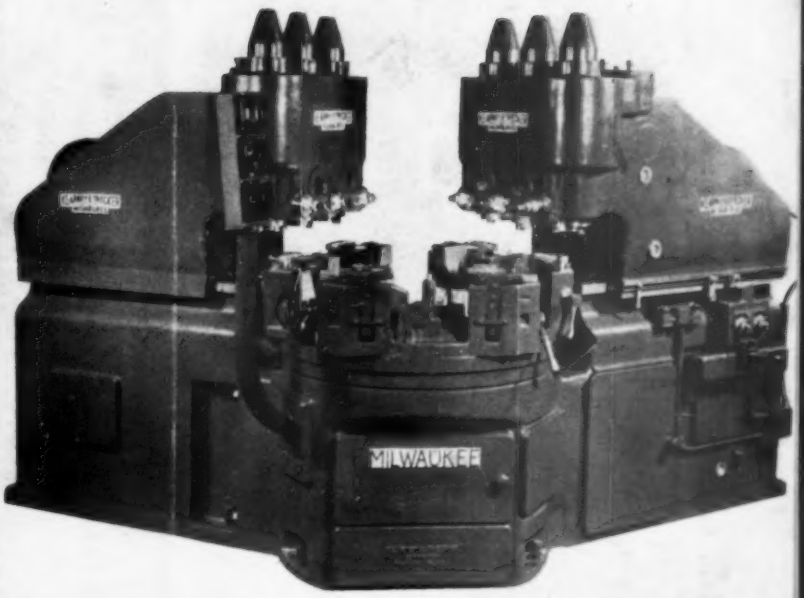
LA PRATIQUE DES INDUSTRIES MECANIQUES



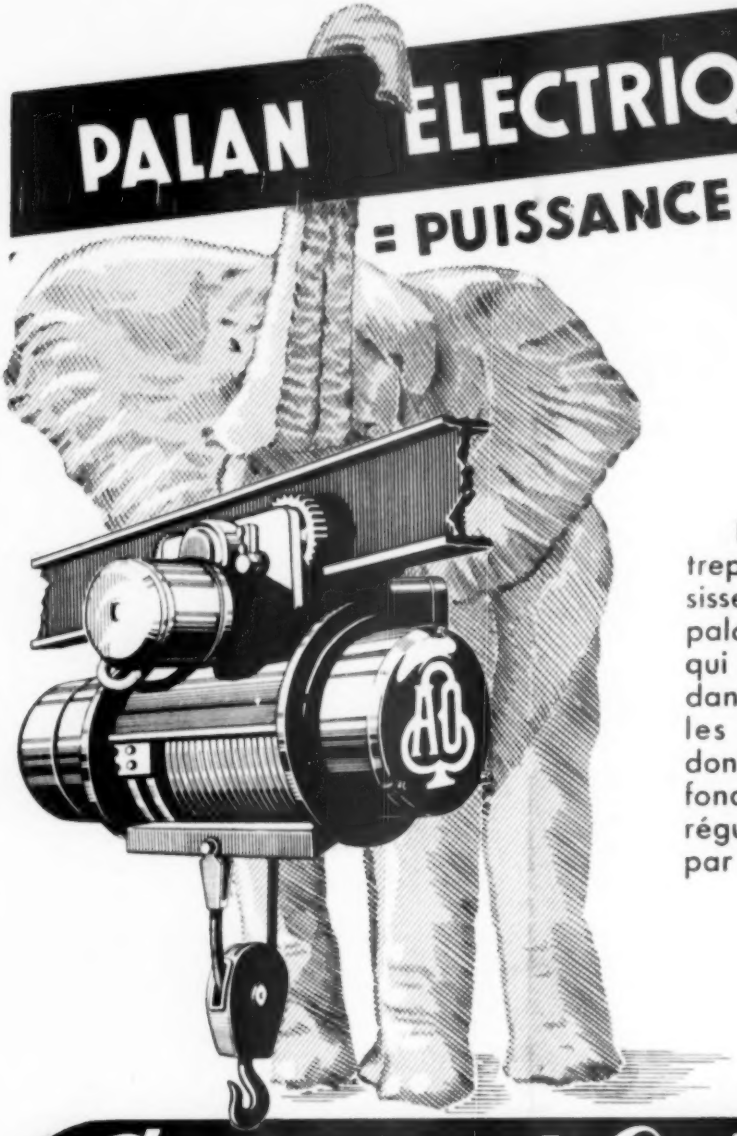
DUNOD

REVUE MENSUELLE

TOME XXXIII ■ N° 8 ■ AOUT 1950 ■ 110 FRS

PALAN ÉLECTRIQUE A.O.

= PUISSANCE + SÉCURITÉ



L'industriel et l'entrepreneur avisés choisissent sans hésiter le palan électrique A.O. qui a fait ses preuves dans les applications les plus diverses, et dont la puissance et le fonctionnement sûr et régulier sont garantis par la marque:

AO

Ateliers d'Orléans

DE LA COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ

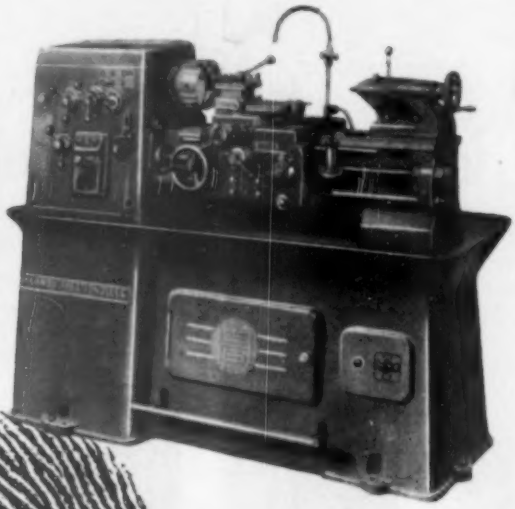
S. A. AU CAPITAL DE 3 MILLIARDS DE FRANCS

Rue d'Ambert — ORLÉANS — Tél. Orléans 31-81

AGENCES DE VENTE : TOUTES LES SUCCURSALES DE LA COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ

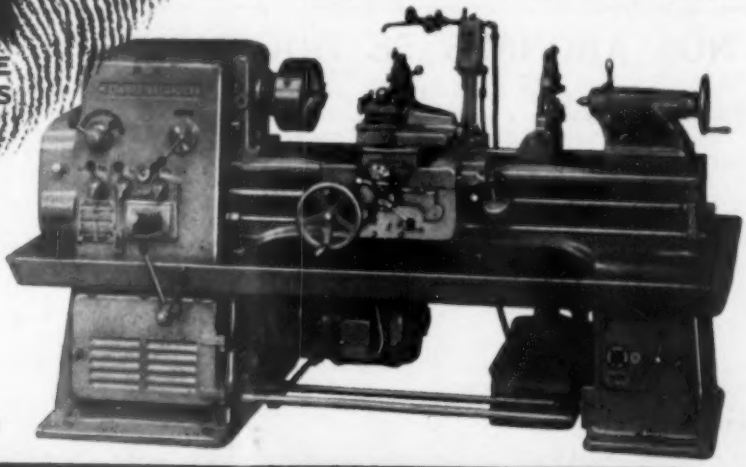
PUBLICITE SUP

L'empreinte du génie sur l'industrie :



MODÈLE AC 4 CV
TOUR D'OUTILLAGE ET DE FABRICATION
A CHARIOTER ET FILETER
HDP 140 mm - Banc droit
EP 0 m 50
18 vitesses :
de 16 à 1.250 tm.
ou 32 à 2.300 tm.

MODÈLES HN 7 ou 10 CV
TOURS RAPIDES D'OUTILLAGE ET DE FABRICATION
HDP 170 mm - Banc droit - EP 1 m - Vitesses : de 25 à 1000 tm ou 50 à 2000 tm
HDP 200 mm - Banc droit ou rompu - EP 1 m, 1 m 30, 1 m. 60
Vitesses : de 16 à 800 tm. ou 32 à 1.600 tm.
HDP 250 mm - Modèle à banc large, rompu - EP 1 m, 1 m 60, 1 m 90
Vitesses : de 16 à 800 tm. ou 32 à 1.600 tm.
Sur demande : de 16 à 1.600 t/m. - Moteur 2 vitesses : 7 ou 10 CV.



HALL D'EXPOSITION A NOTRE USINE DE PARIS

H. ERNAULT-BATIGNOLLES

C.G.C.I. DÉPARTEMENT MACHINES-OUTILS
169, RUE D'ALÉSIA, PARIS (14e) — TÉLÉPHONE : LECOURBE + 61-50
USINES A PARIS, CHOLET, NANTES

NOS ABONNÉS SE DOCUMENTENT ENTRE EUX

Sous cette rubrique QUESTIONS ET RÉPONSES, *nous publions les demandes de renseignements adressées par nos abonnés et les réponses à ces questions que d'autres abonnés seront en mesure de nous transmettre.*

Nous faisons appel à tous ceux de nos lecteurs susceptibles de répondre aux questions posées pour les prier de bien vouloir faire parvenir à la Rédaction de « LA PRATIQUE DES INDUSTRIES MÉCANIQUES », *92, rue Bonaparte, Paris (VIe), tous documents susceptibles de rendre service aux abonnés qui ont sollicité ces renseignements. Ils assureront la continuité de cette œuvre de mutualité industrielle que constitue notre rubrique* QUESTIONS ET RÉPONSES.

Les réponses de nos abonnés qui présenteraient un caractère d'intérêt plus général seront publiées sous la rubrique RECETTES PRATIQUES DE L'ATELIER.

QUESTIONS
de nos abonnés

N° 8046. — Pourrait-on me donner tous renseignements sur les démarches à effectuer pour **l'obtention d'un brevet d'invention ?**

L. F.

N° 8047. — Existe-t-il une documentation donnant les caractéristiques principales nécessaires à l'établissement des petits **alésoirs** machines (diamètre 1 à 4) pour le travail des métaux ?

Où peut-on se procurer cette documentation ?

E. R.

N° 8048. — Où pourrions-nous nous adresser pour obtenir des renseignements complémentaires sur un produit dénommé : « **Alhynaphtalène** », mentionné dans le numéro du 1er avril 1950 de la revue « La Technique Moderne » (page 117) ?

S. R. E.

N° 8049. — Pourrait-on nous indiquer qui représente en France les **machines à biller « Briviser »** ? — Il s'agit pour nous d'une machine à biller provenant des surplus et que nous désirerions utiliser le plus rapidement possible.

B. F.

N° 8050. — Pourrait-on me renseigner sur la question suivante :

« Au cours de l'article intitulé **« Joints d'étanchéité rotatifs et coulissants »**, paru dans la livraison de Mai de « La Technique Moderne », je remarque les phrases suivantes à la page 151 :

« Dans la plupart des cas, on obtient « une bonne tenue avec le siège en fon- « te de bonne qualité et la rondelle d'é- « tanchéité en carbone ou en mélange de « graphite et de métal aggloméré à l'ai- « de de la résine synthétique. Les combi- « naisons de ce genre sont largement uti- « lisées dans des machines frigorifiques, « etc... ».

Je désirerais savoir dans quelles marques de machines frigorifiques se rencontre un tel choix de matières ? G. P.

(*Voir la suite p. IV*)

TOUR
AUTOMATIQUE
2 BM
exemples de fabrications
usinage 30"
acier au soufre
usinage 40"
laiton usinage 30"
laiton usinage 12"2
acier doux
usinage 52"
aluminium
usinage 17"
acier doux étiré
usinage 30"
Echelle 1/1
SOCIÉTÉ
NOUVELLE
CUTTAT
57 rue de VILLIERS
NEUILLY sur SEINE
Tel SABLONS 84-86

Construits pour durer !
MOTEURS
TRIPHASÉS
BIPHASÉS
MONOPHASÉS
CONTINUS
NORMAUX
AUTO-DÉMARREURS
SPÉCIAUX
ALTERNATEURS
GÉNÉRATRICES
RÉDUCTEURS
DE VITESSE
VENTILATEURS
ELECTRO POMPES
MOTEURS POUR APPAREILS DE LEVAGE
CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES
PATAY
27 RUE AUGIBERT ET LAVIROTTE LYON
TÉL. PARM. 35-67
SUCCURSALES A PARIS ET MARSEILLE

MACHINES A FILETER
par laminage à froid
PRECISION
PRODUCTION

MOLETTES A FILETER
ESCOFIER & Cie
S. A. R. L. 20.000.000 de Francs
26, rue Voltaire, KREMLIN-BICÊTRE (Seine)
ITA 32.00

Questions de nos abonnés *(suite)*

N° 8051. — Je voudrais rectifier des **manivelles de moteur Diesel** sur un tour, car je ne possède pas de machine à rectifier. Pourrait-on m'indiquer la méthode à suivre ?

B. L.

N° 8052. — Pourrait-on m'indiquer la manière de faire des ouvertures mécaniquement et de leur donner de la solidité (platine d'orifice) avec une machine à percer, étant donné que je ne dispose pas de machine à rectifier les intérieurs ?

N° 8053. — Comment est-il possible d'adapter une **limeuse** pour des travaux de copie ?

B. L.

N° 8054. — Pour la durée des **outils de découpe à froid** de métaux en feuilles, il est utilisé en Angleterre un procédé dénommé « Macrome ».

Quelles sont les Maisons utilisant un brevet ou une méthode similaire ?

F. E.

N° 8055. — Existe-t-il un Traité de Mécanique donnant des indications sur le problème suivant : **Calcul du fond d'une berline en acier** sur laquelle un bloc de minerai d'un poids : P tombe d'une hauteur : H. ?

A. G.

RÉPONSES de nos abonnés

Nous ne connaissons pas de maisons dont le catalogue comporte des **barres à aléser motrices** spéciales de la longueur demandée, pour la réfection des lignes d'arbres de bateaux. Il se peut qu'il en existe tout de même. Généralement, de telles barres sont exécutées d'après étude faite par l'utilisateur et plans remis.

Vous pourriez vous adresser au Syndicat de la Mécanique Générale (11, avenue Hoche, Paris (8e)), en lui remettant des plans complets et détaillés, ou un schéma d'ensemble. Cet Organisme pourrait peut-être alors trouver un de ses adhérents susceptible de se charger de la construction de ces barres d'alésage.

M. G.

N° 8021. — On n'a, jusqu'ici, pas dépassé l'épaisseur de 1,5 mm dans le procédé Guérin d'**emboutissage au caoutchouc** et, personnellement, je ne pense pas qu'il soit possible et avantageux de le faire pour de la tôle de 3 mm, sauf peut-être pour de l'aluminium.

J. B.

N° 8024. — Vous trouverez dans un prochain numéro, à la rubrique « Recettes Pratiques de l'Atelier », une réponse à votre question concernant le calcul d'un escalier en colimaçon.

N° 8027. — Voici l'adresse de la **Société Bourguignonne de Mécanique** : à Clenay (Côte-d'Or).

R. J. B.

N° 8035. — Voici l'adresse de la Société « **Le Contrôle de Chauffe** » : 146, rue des Blains, Bagneux (Seine).

B.

N° 8036. — Constructeurs de machines pour clouterie.

Les Ateliers Fagette (11, rue Frédéric-Passy, à Neuilly-sur-Seine) construisaient, il y a quelques années, une machine Dubost, type S 4 pour semences tapissiers, de 15/30 mm à 140 tours-minute et 2,5 chevaux de puissance.

D'autre part, les Etablissements Dutranoit, à Charleroi (Belgique) construisent des machines pour clouteries diverses.

S. C.

N° 8037. — Vous trouverez dans un prochain numéro, à la rubrique « Recettes Pratiques de l'Atelier, une réponse à votre question concernant le calcul du **cœfficient de frottement** qui vous intéresse.

N° 8040. — Vous pourriez peut-être obtenir les renseignements qui vous intéressent pour la réalisation d'une **machine simple à torsader** 3 brins de fil acier de 3 mm de diamètre en vous adressant à la Maison suivante : S.E.C.M.A.I., 12, rue du Havre, Paris.

N° 8041. — Voici l'adresse des Etablissements Escofier et Cie, qui fabriquent la **machine à fileter par laminage** à froid mentionnée dans « La Pratique des Industries Mécaniques » du mois de Mai : 26, rue Voltaire, Paris.

La **machine à rectifier les filetages Ex-Cell-O**, est représentée par la Société D.A.V.U.M., 96, rue Amelot, à Paris.

L'ÉQUATION DU TOUR MODERNE

OS+HB=H6

LA PRÉCISION H 6
MISE A LA PORTÉE DE TOUS
GRACE AU TOUR H.B.

2 MODÈLES :
H. B. — 500
H. B. — 575

TOUR
H.B

CAZENEUVE

7, RUE DES FRUITIERS LA PLAINE SAINT DENIS (Seine)

ETABLISSEMENTS
BORDIER & GROMADZINSKI
SOCIETE ANONYME AU CAPITAL DE 4.020.000 FRS
23, RUE D'ALLERAY - PARIS XV°
TELEPHONE : VAUGIRARD 94-61

BIBLIOGRAPHIE

La Pratique des Industries Mécaniques ***se tient à la disposition de ses abonnés et de ses lecteurs pour les documenter gracieusement sur tous les ouvrages et publications techniques.***

L'Entretien (2e Série). 1 vol. 13,5 × 21, 145 pages, 33 figures et graphiques. Prix : 1.250 fr. Editions Cégos, 1950.

La Cégos vient de publier la documentation de sa seconde série de Journées d'études des problèmes d'entretien. Comme le précédent cet ouvrage présente un caractère essentiellement *pratique* : il comporte un nombre important de monographies, présentées par des spécialistes exerçant dans des entreprises les fonctions de directeurs d'entretien. Les graphiques, documents, photographies qui accompagnent les textes font de cette documentation un précieux instrument de travail.

L'ouvrage comprend 4 parties :

1° Les principes d'organisation de l'Entretien. - 2° Les travaux proprement dits. - 3° Les travaux neufs et les organes de commandement de l'entretien. - 4° L'entretien des appareils de force motrice, des cours, ateliers et bureaux.

Le Guide du Contremaître, par S. Vallet. 1 volume, impression noire et rouge, format 13,5 × 21, 48 pages, 21 illustrations : 230 fr. Editions « Hommes et Techniques ».

Connaître ses responsabilités - Qualités principales - Commander - Prévoir - Préparer un ordre - Donner un ordre - Contrôler l'exécution - L'accueil d'un nouveau - Le contremaître pédagogue - Instruire - L'équipe - La discipline - Les sanctions - Les réclamations - La sécurité - Lutter contre le gaspillage - Organiser son travail - Connaître les autres - Rapports hiérarchiques - Quelques notes finales.

Le bréviaire de tous ceux qui, à l'usine, ont du personnel sous leurs ordres et, singulièrement, des chefs d'équipes, contremaîtres et chefs d'ateliers.

Histoire des chemins de fer en France et dans le Monde, par Henry Peyret, Directeur de l'économie. 1 volume de 350 pages (12 × 18). Collection de l'économie. Société d'Editions Françaises et Internationales, éditeur.

Dans presque tous les pays du monde, la lutte entre le rail et la route, les nationalisations, le déficit des réseaux de chemins de fer, mettent toujours la question de transports par voie ferrée à l'ordre du jour.

D'autres préoccupations sont venues s'ajouter à celles-ci ; d'autres moyens de transport sont venus enlever au rail une partie de son trafic. C'est, par exemple, les pipe-lines qui, aux États-Unis, en Roumanie, au Moyen-Orient et prochainement en France, enlèvent aux chemins de fer, en partie ou en totalité, les transports de pétrole.

Le Bulletin de Documentation Technique de la S.N.C.F. signalait, dans son numéro de mai 1949, l'apparition aux Etats-Unis du Rubber Railroad, rail en caoutchouc, sorte de bande convoyeuse, d'une longueur de 200 kilomètres et destinée au transport des marchandises en vrac telles que le charbon, minerai de fer, pierre à chaux. Cette bande qui, en se retournant, peut porter dans les deux sens, a une capacité annuelle de cinquante deux millions de tonnes et doit fournir une économie de quatre à onze millions de dollars par an.

Dans quelle mesure, automobile, avion, pipe-line ou autres, font-ils concurrence au chemin de fer ?

Ces questions sont examinées dans l'ouvrage de M. Henry Peyret qui conclut en préconisant une politique de contact direct, constant, qui exige beaucoup de souplesse dans l'administration et une décentralisation aussi poussée que possible des échelons responsables.

En d'autres termes, à la centralisation administrative et en quelque sorte politique de l'affaire, il faut juxtaposer une décentralisation commerciale, technique, financière, avec des agents responsables qui soient à même de surveiller, de contrôler efficacement et d'obtenir dans tous les domaines le rendement maximum.

(Voir la suite p. X)

MOPCO

Compagnie Française de Machines-Outils de Précision
Usine à SAINT-QUENTIN

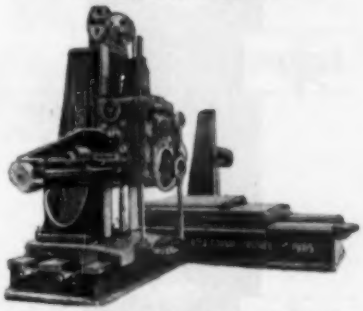
RECTIFIEUSES
PLANES ET
CYLINDRIQUES

Service Commercial de Vente :

ASSOCIATION FRANÇAISE DE CONSTRUCTEURS DE MACHINES-OUTILS
AFMO
63, Rue La Boétie, PARIS (8e) - Tél. ÉLY 30-40

CORNAC

Usines à CASTRES (Tarn)
— 38, Esplanade du Mail —



ALÉSEUSES A MONTANT FIXE ET A MONTANT MOBILE
de 70 à 115 % de diamètre de broche

Service Commercial de Vente

ASSOCIATION FRANÇAISE DE CONSTRUCTEURS DE MACHINES-OUTILS
AFMO
63, Rue La Boétie, PARIS (8e) - Tél. ÉLY 30-40

SOMER

LYON
Société Mécanique et Electrique du Rhône
25 à 31, quai Perrache - LYON - Tél. | Franklin 45-88 | Gailleton 91-87

Constructeur spécialiste du moteur électrique industriel de faible puissance

MOTEURS ÉLECTRIQUES

Société TECHNOM

98, Rue de la Victoire
PARIS-9e - TRI. 15-55

1°) Département "DIAMANT BOART"

Tous les outillages en concrétion métallique diamantée de la S. DIAMANT BOART de Bruxelles, pour le travail des carbures et matériaux durs : verre, quartz, marbre, porcelaine, stéatite, carborandum, etc...
— Meules d'affûtage, polissage, rectification, brise-copeaux, etc...
— Disques à tronçonner
— Forets, fraises, rodoirs, dresse-meules, etc...
— Machines à scier, débiteuses, fraiseuses, polisseuses, etc...

2°) Département "ACIERS BOFORS"

Fabrication des Aciéries et Usines de l'Aktiebolaget BOFORS, de Bofors (Suède)
— Aciers spéciaux à outils et de construction
— Outils au carbure, plaquettes, etc...

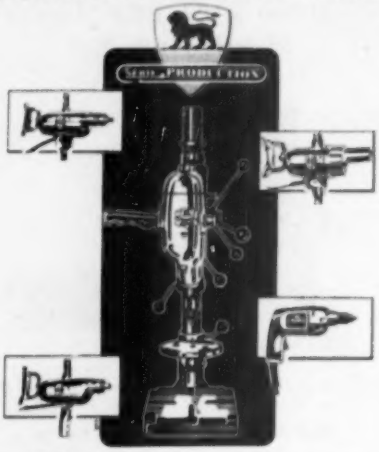
3°) Département "MACHINES-OUTILS"

Fabrications françaises, belges et suédoises
— Affûteuses, Rectifieuses, Surfaceuses, Polisseuses
— Perceuses, Fraiseuses, Cisailles-grignoteuses, Tours, etc...
— Micromètres R.C.B. et Porte-outils L.T.M. des Brevets Massoutier

4°) Département "MACHINES A BOIS"

Fabrications françaises, belges, suisses et suédoises
— Ttes machines simples, combinées, pour menuiserie, ébénisterie, etc...
— Ttes machines spéciales, de grande production pour ttes industries.

OUTILLAGE ELECTRIQUE



Peugeot Frères

EN VENTE CHEZ VOTRE FOURNISSEUR HABITUEL

METAL DE COUPE RAPIDE

PLAQUETTES ET OUTILS DE TOUR — FILIÈRES CANONS DE PERÇAGE BUSES DE SABLAGE

MÈCHES A VERRE MEULES DIAMANT MATÉRIEL DE FORAGE ET DE CARRIÈRE

DIACARB • DIACARB • DIACARB • DIACARB • DIACARB • DIACARB • DIACARB • DIACARB • DIACARB

Le carbure de tungstène dans toutes ses applications

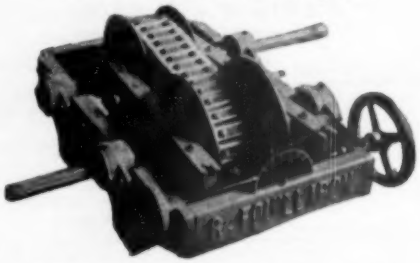
DIACARB

SOCIETE FRANÇAISE D'AGGLOMERES METALLIQUES

SIÈGE SOCIAL 125, RUE DE LA FAISANDERIE, PARIS-16e Tél. TRO. 08-42 (lignes groupées)

VARIATEUR FOUILLARON

LE PLUS ÉCONOMIQUE



Toutes puissances depuis 1 CV jusqu'à 35 CV

Société VIR à AGNETZ (Oise)

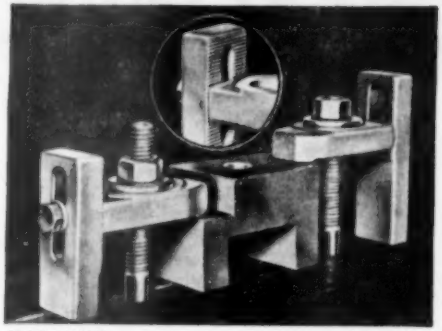
Documentation sur demande

Agents exclusifs pour la Région Parisienne

DUFOUR PÈRE, FILS & Cie

11, rue Aspirant-Dargent, Levallois-Perret

LES CRAMPONS HAMBER



BRITISH PATENT Bté s. g. d. g.

"LE CRAMPON HAMBER", utilisé en Angleterre par des milliers d'industriels, est un dispositif de blocage facile, rapide, efficace pour caler les pièces à usiner sur les tables ou plateaux de fraiseuses, perceuses, aléseuses, mortaiseuses, etc.

Il vous permettra, à vous aussi, d'économiser de nombreuses heures ouvrières et d'abaisser vos prix de revient

Fabriqué en France par : **OUTIAC** 15, r. J.-Ferry, COURBEVOIE DEF. 23-60 et 61

TOME XXXIII N° 8 AOUT 1950

LA PRATIQUE DES INDUSTRIES MECANIQUES

REVUE PRATIQUE DE L'INDUSTRIEL, DU DIRECTEUR D'USINE ET DE L'INGENIEUR

Créée en 1913

RÉDACTEUR EN CHEF: GEORGES LÉVY ✱ ✠, Ingénieur des Arts et Manufactures

COMITÉ DE RÉDACTION

J. BERGÈRE, Ingénieur des Arts et Manufactures ; Chef de la section des études des engrenages à la Société Hispano-Suiza.

A. BUISSON, O. ✱ Directeur g^al de l'Enseignement Technique.

R. CAZAUD, Ingénieur C. N. A. M. ; Docteur de l'Université de Paris.

P. DUBOIS, Docteur ès-sciences chargé de cours à l'Institut de Chimie de Caen ; Directeur du Centre d'Etude des Matières plastiques.

DUMAS, Ingénieur des Arts et Manufactures ; Directeur g^al de l'Aluminium Français.

F. EUGÈNE, Ingénieur Principal des Fabrications d'Armement ; Chef de la Section de Mécanique Industrielle au Laboratoire Central de l'Armement.

FIEUX, O. ✱ Ingénieur des Arts et Métiers ; Ancien Président de la Société des Ingénieurs des Arts et Métiers ; Ancien Président des Ingénieurs Civils de France.

A. FOUILLE, Ingénieur I. E. G. ; Licencié ès-sciences ; Professeur d'électrotechnique dans les Ecoles Nationales d'Arts et Métiers.

A. KAMMERER, Ingénieur des Arts et Manufactures ; Docteur ès-sciences ; Ingénieur aux Laboratoires de Mécanique de la S. N. C. F.

M. EDOUARD-LAMBERT, O. ✱ Président du Syndicat Général des Industries Mécaniques et Transformatrices des Métaux.

LE BRETON, Ingénieur des Arts et Métiers ; Ancien Chef de Service d'Outillage ; Professeur technique des Ecoles d'Arts et Métiers.

G. LEHMANN, ✱ Ingénieur des Arts et Manufactures ; Professeur à l'Ecole Supérieure d'Electricité ; Maître de Conférences à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

LEROY, Ingénieur E. P. C. I. ; Directeur de l'Office central de la Soudure et Institut de Soudure.

A. LE THOMAS, O ✱ Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique ; Ancien Ingénieur du Génie Maritime ; Directeur général du Centre Technique des Industries de la Fonderie.

A. R. METRAL, O. ✱ Professeur de Mécanique au Conservatoire National des Arts et Métiers et à l'Ecole Nat. Sup. de l'Armement ; Anc. Président de la Société Française des Mécaniciens.

P. MORISSET, Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique ; Directeur du Centre d'Information du Chrome Dur.

P. NASLIN, Ingénieur Militaire de l'Armement.

P. NICOLAU, O. ✱ Ingénieur Général de 1re Classe des Fabrications d'Armement ; anc. Dir^r du Laboratoire Central et des Ecoles de l'Armement ; Directeur de l'Institut Supérieur des Matériaux et de la Construction Mécanique.

J. PETRI, Ingénieur des Arts et Manufactures ; Ingénieur à la Cie Electro-Mécanique ; Professeur au Centre d'Etudes de l'usinage et de la transformation des Métaux.

A. PLU, Ingénieur des Arts et Métiers ; Ingénieur en Chef à la S. N. C. F.

V. POMPER, Ingénieur E. P. V. ; Ingénieur-Conseil en machines-outils.

A. SOURDILLON, ✱ Ingénieur des Arts et Manufactures ; Maître de Conférences de Métallurgie et de Traitements Thermiques à l'Ecole Centrale.

PARAISSANT LE 10 DE CHAQUE MOIS

PRIX DU NUMÉRO : 110 frs

ABONNEMENTS

	6 mois	1 an
FRANCE	600	1100 Frs
ETRANGER		1400 Frs

EDITEUR

DUNOD

92, rue Bonaparte Paris (6e)

TÉLÉPHONE

RÉDACTION : DANTON 05-92
ADMINISTR. : DANTON 00-15
CHÈQUES POSTAUX PARIS 78-46

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 15 francs en timbres poste

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE GÉNÉRALE DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 200.000.000 DE FRANCS

S.I.G.M.A.

EMBRAYAGES
à
DISQUES MULTIPLES
et verrouillage par couronne de billes
POUR
MACHINES-OUTILS
et toutes
APPLICATIONS

DOCUMENTATION SUR DEMANDE
61, Avenue Franklin D. Roosevelt – PARIS-VIIIe
Tél BALzac 50-17 et 48-92
Usines à Vénissieux et Villeurbanne (Rhône)

Tous les fours industriels

FOURS DE FUSION
FOURS DE TRAITEMENTS THERMIQUES
ATMOSPHÈRES CONTRÔLÉES · CONVECTION FORCÉE · GÉNÉRATEURS DE GAZ DE CONDITIONNEMENT
FOURS SPÉCIAUX POUR MÉTAUX LÉGERS

SR

STEIN et ROUBAIX
24-26, rue Erlanger, Paris-16e - Tél. : JASmin 94-40
USINES : ROUBAIX, LANNOY, LA COURNEUVE

OCERP

LA TECHNIQUE

RÉSOUT TOUS LES PROBLÈMES D'ACCOUPLEMENTS ÉLASTIQUES ET DE SUSPENSIONS ANTI-VIBRATOIRES
VENTE EXCLUSIVE EN FRANCE
COGÉVÉ
9, RUE HAMELIN, PARIS-16e - KLÉ 19-70
BELGIQUE ET BENELUX MÉCAFLEX
21, rue du Grand Hospice, BRUXELLES

LA PRATIQUE DES INDUSTRIES MECANIQUES

T. XXXIII. AOUT 1950

SOMMAIRE

La photoélasticimétrie. Ses applications à la mécanique (suite), par A. Kammerer, Ingénieur au Laboratoire de la S. N. C. F., Ingénieur des Arts et Manufactures, Docteur ès-Sciences, et J. Canal, Ingénieur E. S. P. C. (p. 247).

L'outillage moderne de fraisage, par Ramel (suite), (p. 258).

La table de semi-pointage G. S. P. (p. 262).

Utilisation du Kovar comme support de carbure (p. 267).

Possibilités et limites du frittage (p. 268).

La représentation en perspective (p. 273).

Les machines qu'il faut connaître : Les machines à rectifier Gendron (p. 274). — Perceuse-aléseuse rapide Rochelet-Lavergne (p. 275). — Protecteur pour presses (p. 276). — Les scies alternatives S. A. O. C. M. (p. 276).

La photographie de la couverture représente une fraiseuse spéciale automatique à tambours Kearnay et Trecker-Milwaukee.

Tous droits de reproduction, même partielle ou sous forme condensée, réservés

La photoélasticimétrie

Ses applications à la mécanique

(suite)

Dans la première partie de leur étude (1), *MM. A. Kammerer, Ingénieur des Arts et Manufactures, Docteur ès-Sciences et J. Canal, Ingénieur E. S. P. C., ont exposé les principes de la méthode photoélasticimétrique. Ils en montrent ci-dessous les applications aux problèmes que pose fréquemment la tenue des pièces mécaniques. La détermination des surtensions permet la construction d'abaques fixant leurs valeurs en fonction de la forme des diverses parties de la pièce ; tous ces renseignements sont utiles pour le tracé convenable du contour extérieur de l'organe étudié ou le choix de la forme optimum sous les conditions de charge imposées.*

II. - APPLICATIONS DE LA METHODE PHOTOELASTICIMETRIQUE

I. - VARIATIONS BRUTALES DE SECTION ; CONGÉS DE RACCORDEMENT

Dans toutes les pièces mécaniques soumises à des forces périodiques, les variations brutales de section provoquent dans l'angle vif rentrant (raccordement à 90°) des contraintes élevées, produisant souvent des fissurations, amorces de ruptures prochaines.

On diminue ces surtensions, en reliant les parties à angle droit du contour à raccorder par des arrondis ou congés de raccordement.

Pour étudier leur influence, on taille un modèle en substance photoélastique ayant la forme d'une pièce longue, de section rectangulaire, d'épaisseur constante e, dont la hauteur passe brusquement de la valeur h à la valeur H, par l'intermédiaire d'un arrondi de rayon ρ (Voir fig. 13).

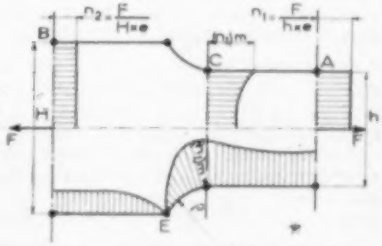


Fig. 13. — Congés de raccordement ; variation des contraintes.

(1) Voir *La Pratique des Industries Mécaniques*, t. XXXIII, n° 6 (juin 1950) p. 179.

1° Cas d'un effort de traction ou compression uniforme fixe ou périodique

Désignons par F la force exercée sur le modèle ; les mesures permettent de déterminer les variations de la contrainte normale le long du contour du modèle et dans trois sections de celui-ci : A, B, C. Loin du congé, dans la partie étroite, nous avons une contrainte uniforme de valeur : $n_1 = \frac{F}{he}$ (section A) et dans la partie large une contrainte uniforme : $n_2 = \frac{F}{He}$ (section B) plus petite que n_1.

Sur le contour de la partie étroite, au début du congé, la contrainte normale parallèle au contour atteint sa valeur maximum $(n_1)_m$ (section C). Si l'on appelle K le coefficient de majoration ou rapport de la valeur de la contrainte maximum mesurée à la valeur de la contrainte maximum calculée, nous avons :

$$K = \frac{(n_1)_m \text{ mesuré}}{(n_1)_m \text{ calculé}} \text{ ; or } (n_1)_m \text{ calculé} = \frac{F}{he}$$

On trouve que K dépend des rapports H/h et ρ/h, la figure 14 montre sa variation pour $H/h = 2$ et 1,5

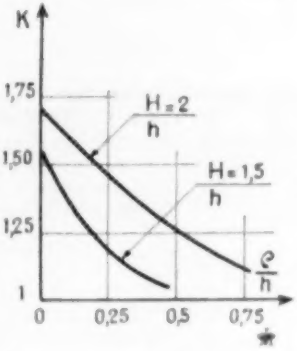


Fig. 14. — Traction ; coefficients de surtension

en fonction de ρ/h, $\rho/h = 0$ sur l'abaque, correspondant au cas du raccordement à angle droit, sans arrondi.

On remarque que, quand on a à la fois $\rho/h = 0$ et $H/h = 1.5$, par exemple, K ne tend pas vers 1 ; la limite de K est alors sensiblement 1.55. Ce résultat montre l'importance des stries d'usinage sur les pièces mécaniques. Leur profondeur extrêmement faible donne cependant naissance à des surtensions non négligeables, qui influent sur la bonne tenue de ces pièces en service.

On voit également qu'à l'angle sortant en E (fig. 13), la contrainte normale parallèle au contour s'annule. On pourrait ménager un nouvel arrondi en ce point, pour alléger la pièce sans perturber la distribution des contraintes dans celle-ci.

Ces résultats sont applicables à des éprouvettes de sections circulaires, en remplaçant H par D, diamètre de la section dans la partie renforcée, et h par d, diamètre de la section dans la partie étroite.

2° Cas de la flexion

Il intéresse les arbres et les essieux qui présentent des parties de diamètres différents (fusée, portée de calage, corps). Le modèle que nous avons décrit dans le cas précédent représentera la section de la pièce de révolution par un plan méridien quelconque ; il sera soumis à la flexion à moment constant.

La longueur l de la partie renforcée de hauteur H étant grande par rapport à h, hauteur de la petite section ($l/h > 4$) et le raccordement effectué par un arrondi de rayon constant ρ, la contrainte maximum se trouve encore dans la section C sur le contour de la partie étroite, au début du congé (fig. 13).

M désignant le moment de flexion en ce point la contrainte calculée par la résistance des matériaux est $n_c = 6M/eh^2$; la contrainte maximum mesurée en C a pour valeur : $n_{max} = Kn_c$.

Le coefficient K, fonction uniquement des rapports H/h et ρ/h, est donné par les courbes de la figure 15.

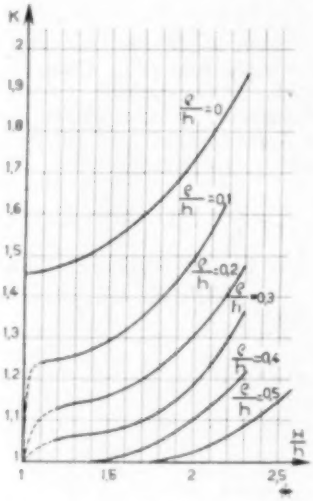


Fig. 15. — Flexion ; coefficient de surtension

On voit, en particulier, à l'aide de la photographie des isochromes de la figure 16, correspondant au cas $H/h = 2$ et présentant quatre raccordements différents, qu'un angle vif rentrant provoque une surtension égale égale à 80 % (isochrome 13), un arrondi de rayon 0.1 h

la ramène à 50 % (isochrome 10), un arrondi plus grand de rayon 0,4 h l'annule.

De même que précédemment, on peut enlever de la matière à l'aide d'un arrondi dans l'angle sortant E où la contrainte est nulle. La forme avec double

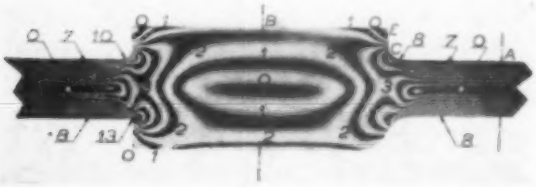


Fig. 16. — Flexion ; congés de raccordement ; isochromes.

arrondi représentée sur la photographie est la meilleure, car elle permet à la contrainte normale, parallèle au contour, de diminuer régulièrement depuis la valeur $6\,M/eh^2$ dans la partie étroite, à la valeur $6\,M/eH^2$, plus faible, dans la partie renforcée. La figure 15 montre que la majoration de contrainte au raccordement tend vers zéro ($K = 1$) lorsque H/h tend vers 1, à condition qu'il y ait un congé de rayon non nul ; sinon, dans le cas de l'angle vif, K tend vers 1,45 (influence néfaste des stries d'usinage).

On peut, en première approximation, appliquer ces résultats aux éprouvettes à sections circulaires en remplaçant H par D et h par d.

II. - ESSIEUX COUDÉS DE LOCOMOTIVES OU VILEBREQUINS

1° Les flasques sont orthogonaux à l'axe

Le vilebrequin à 2 manetons à 90° comprend cinq parties droites : les deux tourillons et l'axe en trois tronçons ; chacune est réunie à la voisine par l'intermédiaire de quatre flasques d'épaisseur faible (voir figure 17). Ces pièces présentent souvent des fissurations importantes au raccordement des flasques avec les fusées, le corps et les tourillons (essieux coudés de locomotives).

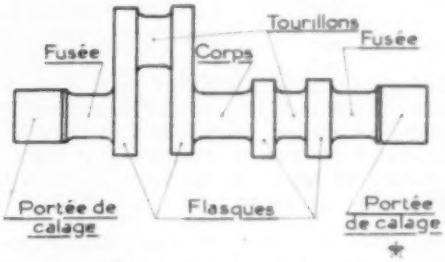


Fig. 17. — Schéma d'un essieu coudé de locomotive.

Les valeurs des surtensions en ces points n'étant pas calculables, pour les mettre en évidence on a réalisé un modèle en *bakélite B.T.* 61.893 représentant une coupe par un plan méridien de l'un des coudes de l'essieu de locomotive ; on a considéré :

a) *l'action de la charge statique*, c'est-à-dire du poids de la locomotive appuyé sur les fusées de l'essieu, celui-ci reposant sur les rails au droit des portées de calage par l'intermédiaire des roues.

Les contraintes maxima mesurées se trouvent aux congés de raccordement du flasque avec le tourillon et la fusée, c'est-à-dire aux points : A, A', B, B' ; elles

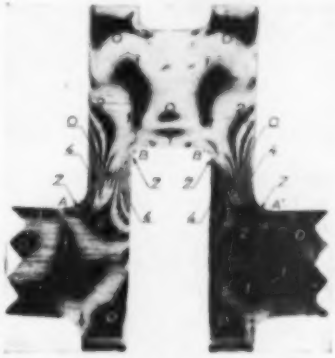


Fig. 18. — Essieu coudé, premier type ; charge statique ; isochromes.

sont égales à 2.8 fois la contrainte maximum de flexion calculée dans la fusée (voir photographie des isochromes de la figure 18).

b) *l'action de la force d'inertie et de la composante normale de l'effort de la bielle sur le tourillon* (actions appliquées dans le plan méridien de coupe envisagé). On trouve que la contrainte mesurée au raccordement du tourillon avec le flasque en B ou B' est égale à 4 fois la contrainte maximum de flexion calculée dans le tourillon, et la contrainte maximum mesurée au raccordement du flasque avec la fusée en A, A' est 5 fois la contrainte maximum calculée dans la fusée.

Les contraintes maxima sont donc considérables et comme elles sont alternées (flexion rotative), on s'explique l'apparition fréquente des fissures.

2° Il n'y a pas de flasques

C'est le cas des locomotives n'ayant qu'un cylindre basse pression situé à l'intérieur du châssis ; l'essieu coudé a la forme indiquée sur la photographie de la figure

19, les fusées étant reliées au tourillon par l'intermédiaire de deux bras inclinés épais. L'étude comparative faite avec les mêmes charges et dans les mêmes conditions que l'essieu précédent donne :

a) *Action de la charge statique.* Les contraintes maximum expérimentales aux congés de raccordement des bras avec les fusées et le tourillon en A, A', B, B', sont

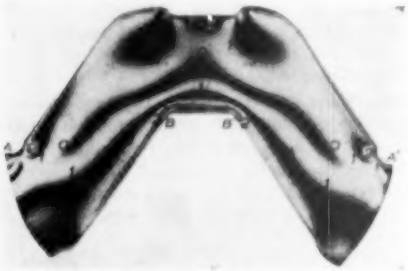


Fig. 19. — Essieu coudé, deuxième type ; charge statique ; isochromes.

égales à 1,4 fois la contrainte maximum calculée dans la fusée (Voir la photographie des isochromes de la figure 19).

b) *Action de la force d'inertie et de la composante normale de l'effort de la bielle sur le tourillon.* On trouve que la contrainte maximum mesurée au congé de raccordement du tourillon avec le bras en B et B' est égale à 1,1 fois la contrainte maximum calculée dans le tourillon, et la contrainte maximum mesurée au congé de raccordement de la fusée avec le bras en A et A' est égale à 1,8 fois la contrainte maximum calculée dans la fusée.

Ces différentes surtensions respectivement : 2, 3,8 et 2,7 fois plus faibles que dans l'essieu coudé des machines à quatre cylindres, expliquent l'avantage de l'essieu coudé des machines à trois cylindres sur le précédent ; on n'observe d'ailleurs avec ceux-ci aucune fissuration en service.

III. - INFLUENCE DES TROUS

1° Trou circulaire dans une éprouvette de traction ou de compression

Considérons une éprouvette en matière photoélastique à section rectangulaire, d'épaisseur e, de largeur l, percée en son milieu d'un trou circulaire de diamètre d et soumise à une traction F de sorte que la contrainte moyenne calculée dans la moindre section, soit : $n = F/(l - d)\,e$.

La contrainte sur le contour du trou varie lorsqu'on se déplace de A vers B (voir figure 20), l'extension, maximum (M) en A, diminue, s'annule et devient une compression dont le maximum (m) est en B, sur l'axe horizontal.

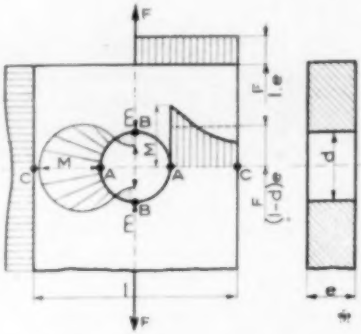


Fig. 20. — Trou circulaire en traction ; variation des contraintes.

La figure 21 représente les valeurs de $K = M/n$ et $k = m/n$; elles dépendent seulement du rapport d/l.

La théorie de l'élasticité donne la variation de la contrainte normale le long du contour du trou, uniquement dans le cas où $d/l = 0$, c'est-à-dire lorsque la largeur de l'éprouvette est infinie (Cas d'un trou circulaire percé dans une tôle de grande largeur).

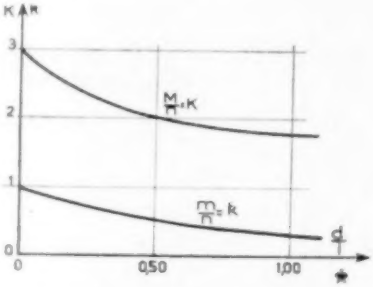


Fig. 21. — Trou circulaire en traction ; coefficient de surtension

Avec cette condition particulière, on a $M = 3n$ en A et $m = -n$ en B. La photoélasticimétrie permet de compléter ces résultats. Les courbes de la figure 21 sont applicables à un effort de compression, si l'on a soin de changer les signes des contraintes, le maximum M devenant une compression et m une extension.

Nous avons bien précisé, dans les généralités, que les renseignements obtenus par photoélasticimétrie ne sont valables qu'à l'intérieur du domaine élastique.

Dès que la limite élastique est atteinte dans l'éprouvette en acier, aux points A, une augmentation de la

charge produit, en ces points, des déformations permanentes qui diminuent les surtensions et tendent à égaliser les contraintes dans la moindre section de l'éprouvette, de telle sorte qu'avant la rupture les contraintes sont devenues uniformes dans AC, de la même manière que dans une éprouvette sans trou dont la section serait égale en valeur à celle de la moindre section de l'éprouvette avec trou : c'est le phénomène de l'adaption. La charge de rupture statique de l'éprouvette avec trou est même supérieure à celle de l'éprouvette sans trou.

On ne retrouve des résultats comparables à ceux de la photoélasticimétrie qu'avec les essais de fatigue où l'éprouvette est soumise à des charges variant alternativement entre des valeurs de signes contraires avec une fréquence assez grande.

2° Trou elliptique dans une éprouvette de traction ou de compression

Le centre de l'ellipse est sur l'axe longitudinal de l'éprouvette, ses axes ont pour valeurs $2a$ perpendiculairement à la direction de la force et $2b$ parallèlement à celle-ci.

Lorsque b est supérieur à a, le maximum $(n_1)_m$ en A et A' (voir fig. 22), extrémités de l'axe $2a$ est inférieur à $M = Kn$ donné par l'abaque de la figure 21 pour

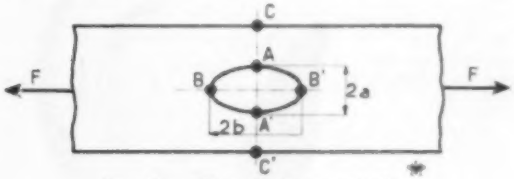


Fig. 22 — Trou elliptique en traction

une même valeur du rapport $2a/l = d/L$. Cette forme est donc meilleure que la forme circulaire.

Lorsque b est inférieur à a, le maximum $(n_1)_m$ en A et A' est supérieur à celui de la forme circulaire, sa position se trouve au point de contact de l'ellipse avec les tangentes parallèles à la direction de la force, même lorsque les axes de l'ellipse sont obliques par rapport à cette direction.

Les contraintes maxima croissent avec a/b et, en admettant qu'on puisse assimiler une fissure à une fente elliptique pour laquelle a/b est très grand, l'extension maximum peut prendre des valeurs très élevées, qui expliquent qualitativement comment une fissure peut croître rapidement, même sous l'action d'efforts moyens peu élevés.

En forant un trou à chaque extrémité, suivant le procédé ancien de la pratique, on augmentera le rayon de courbure au fond de la fissure et on arrêtera sa propagation.

Lorsque $2a/l = 0$ (tôle de grande largeur), on a en A : $(n_1)_m = \dfrac{F}{(l - 2a)e}\left(1 + 2\dfrac{a}{b}\right)$, pour $a/b = 1$ (trou circulaire) on retrouve $K = 3$.

IV. - ÉTUDE DES TÊTES DE BIELLES DE TRACTION

La forme de la tête d'une bielle soumise à une force de traction influe beaucoup sur les valeurs des maxima de contraintes.

La partie droite de section S est soumise à une contrainte de traction uniforme de valeur : $n = F/S$ et il est facile de calculer les dimensions de S, connaissant F, en écrivant que n reste inférieur à la limite élastique ou à la limite d'endurance du métal.

Par contre, la résistance des matériaux ne permet pas de calculer les contraintes dans les différentes parties de la tête.

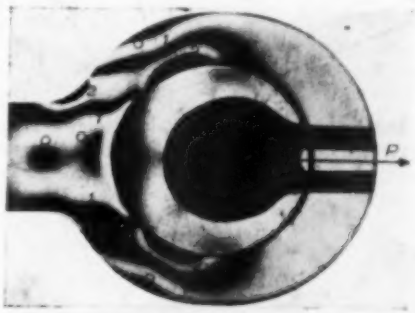


Fig. 23 — Tête de bielle en traction (première forme), isochromes.

Des modèles réduits en substance photoélastique, de plusieurs formes de têtes de bielles, ont montré que la forme correspondant à la photographie de la figure 23 est défectueuse, car elle provoque une surtension importante au congé de raccordement.

Les isochromes indiquent qu'on atteint l'ordre 2 en ce point, soit une valeur de — 3,6 kg/mm² pour une traction uniforme de + 1 kg/mm² dans la partie droite. La figure 24 donne les variations des contraintes normales, parallèle et perpendiculaire au contour, le long de l'alésage et du bord libre. (Sur le contour de

l'alésage, on remarque un point de surtension près de l'axe vertical de la tête en *M* ; l'ordre d'isochrome est

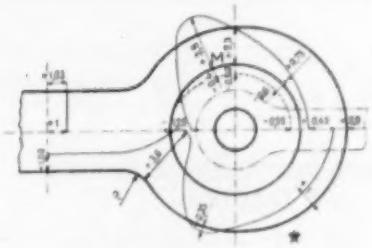


Fig. 24. — Tête de bielle en traction (première forme) ; variation des contraintes.

supérieur à 2 (figure 23), la différence des tensions principales extrêmes en ce point (extension de + 3,5 kg/mm² et compression de — 0,4 kg/mm²) étant égale à + 3,9 kg/mm².

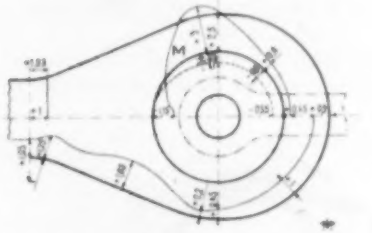


Fig. 25. — Tête de bielle en traction (deuxième forme) ; variation des contraintes.

La deuxième forme de tête de bielle représentée par la figure 25 est meilleure que la précédente, l'arrondi de

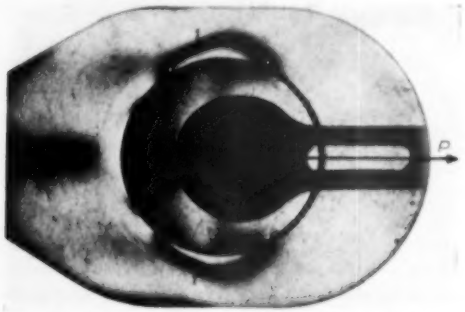


Fig. 26. — Tête de bielle en traction (troisième forme) ; isochromes.

raccordement ayant un rayon $\rho' > \rho$; la surtension dans celui-ci a diminué, la valeur de la contrainte sur le contour n'est plus que + 1,65 kg/mm² au lieu de + 3,6 kg/mm² avec la forme précédente.

La différence des tensions principales maxima en *M*, au contact de l'alésage, a également diminué ; elle atteint + 3,4 kg/mm² au lieu de + 3,9 kg/mm² précédemment.

On peut encore réduire cette valeur en allongeant l'extrémité de la tête dans le sens longitudinal de la bielle, ce qui permettrait de ramener la valeur maximum précédente à + 3 kg/mm² pour un allongement de 60 % (Voir la photographie des isochromes de la figure 26).

V. - ÉTUDE D'UN CROCHET A SECTION RECTANGULAIRE

Le modèle de crochet en substance photoélastique est soumis, à l'aide d'une chape et d'un axe appuyé sur son contour intérieur, à l'action d'une charge *P*. Sous l'action de celle-ci, le crochet peut être assimilé à un solide de ligne moyenne curviligne, sollicité à la flexion et à l'extension.

La photographie des isochromes obtenues (voir figure 27) montre que, dans la section horizontale *AB* du crochet passant par le centre de l'intrados, en partant de

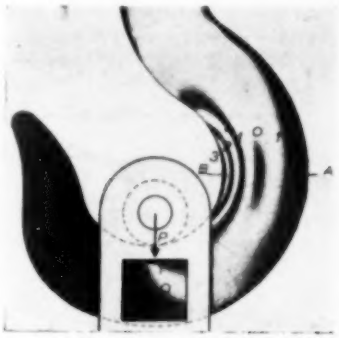


Fig. 27. — Crochet en traction ; isochromes.

l'isochrome zéro correspondant à l'égalité des deux tensions principales, parallèle et normale au plan de cette section, la partie tendue comprend les isochromes d'ordres 1, 2, 3 ; en *B*, sur le contour interne, l'extension est maximum et égale à 10,5 fois la traction moyenne dans la partie droite, pour la forme de crochet correspondant à la photographie.

Du côté opposé à l'isochrome zéro dans la section horizontale envisagée, se trouve la partie comprimée correspondant à l'isochrome d'ordre un, la compression maximum en *A* sur le contour extérieur est : — 2,5 kg/mm² (soit 2,5 fois la valeur absolue de la traction moyenne égale à 1 kg/mm²).

L'extension maximum sur l'intrados varie avec la forme du crochet, c'est-à-dire qu'elle dépend du rapport h/a, h étant la largeur du crochet et a le diamètre de l'intrados.

Si nous calculons cette extension maximum par la résistance des matériaux élémentaire, nous aurons, e étant l'épaisseur du crochet :

$$n_c = \frac{6P\left(\frac{a+h}{2}\right)}{eh^2} + \frac{P}{eh}$$

La figure 28 donne le rapport k de l'extension maximum mesurée à l'extension maximum calculée n_c en fonction de h/a. On a :

$$n_{max} \text{ mesuré} = k \times n_c$$

k tend vers 1 lorsque h/a tend vers zéro, ce qui est normal puisque les calculs de la résistance des matériaux

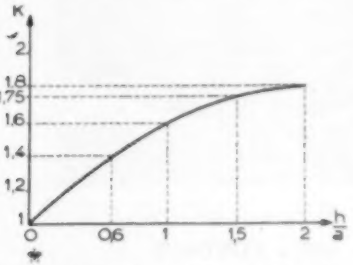


Fig. 28. — Crochet en traction ; coefficient de surtension.

ne sont applicables qu'à des solides dont les dimensions transversales sont faibles devant la longueur de la ligne moyenne et son rayon de courbure ; à mesure que h/a croît c'est-à-dire que la largeur du crochet devient plus importante, k augmente à partir de 1, c'est-à-dire que l'expérience seule permet de donner la valeur de la contrainte maximum.

VI. - ÉTUDE D'UN ANNEAU CIRCULAIRE A SECTION RECTANGULAIRE TENDU AUX DEUX EXTRÉMITÉS D'UN DIAMÈTRE PAR DEUX CHARGES ÉGALES ET OPPOSÉES P

Sous l'action de ces charges, transmises par deux axes, l'anneau est également soumis à la flexion et à l'extension.

La photographie de la figure 29 donne les isochromes ; douze points d'ordre zéro délimitent sur les contours les parties tendues et les parties comprimées, chaque partie tendue d'un contour étant, en général, en regard d'une partie comprimée de l'autre contour et réciproquement.

Localement, aux points de contact D de l'intrados avec les axes, nous observons deux petites régions, limitées chacune par deux points singuliers, où la différence des tensions principales (compressions) correspond à une extension horizontale dont le maximum est très élevé (isochrome 2).

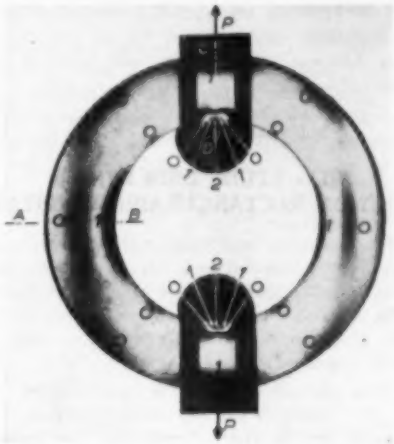
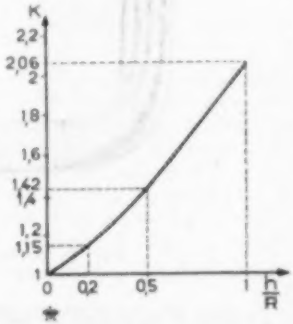


Fig. 29. — Anneau en traction ; isochromes.

De même que dans le crochet, l'isochrome zéro de la section AB délimite la partie tendue (isochrome 1) et la partie comprimée.

La valeur de l'extension maximum soit en C dans la section verticale CD au droit de la charge, soit en B dans la section AB, dépend de la forme de l'anneau, c'est-à-dire du rapport h/R, h étant la largeur de l'anneau et R le rayon de courbure moyen.

Fig. 30. — Anneau en traction ; coefficient de surtension.



La figure 30 représente en fonction de h/R la variation de K, rapport de l'extension maximum mesurée sur l'intrados en B à l'extension maximum calculée en ce

point, à l'aide de la formule classique de la résistance des matériaux :

$$n_B = P \cdot R \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \right) \cdot \frac{6}{eh^2} - \frac{P}{2e \cdot h}$$

K tend vers 1 quand h/R tend vers zéro.

Sur l'extrados, en A et en C, les valeurs expérimentales diffèrent peu de celles que donne la théorie simplifiée.

$$n_A = -PR \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \right) \cdot \frac{6}{eh^2} - \frac{P}{2eh} \; ; \; n_C = \frac{PR}{\pi} \cdot \frac{6}{eh^2}$$

VII. - ÉTUDE D'UN ÉTRIER A SECTION RECTANGULAIRE CONSTANTE

Celui-ci a la forme représentée sur la photographie de la figure 31. Il comprend deux bras horizontaux sur lesquels on exerce deux charges de valeurs égales et opposées, raccordés par deux parties courbes à un bras vertical, le rayon des arrondis intérieurs étant r, la largeur h constante.

Les deux charges P tendent à ouvrir l'étrier, ce qui produit de l'extension sur le contour intérieur et de la compression sur le contour extérieur. De même que précédemment, l'isochrome zéro de la photographie délimite la partie tendue (isochromes 1 et 2) et la partie comprimée (isochrome 1).

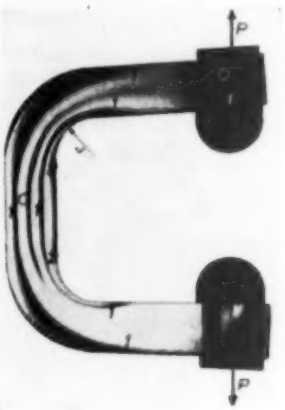


Fig. 31. — Etriers isochromes.

L'extension maximum se trouve sur le contour intérieur du bras vertical, au début de l'arrondi. Sa valeur dépend du rapport h/r, c'est-à-dire de la forme de l'étrier.

H étant la distance de P à l'axe du bras vertical, l'extension maximum calculée par la résistance des matériaux est : $n_c = \frac{6PH}{eh^2}$; l'extension maximum mesurée est

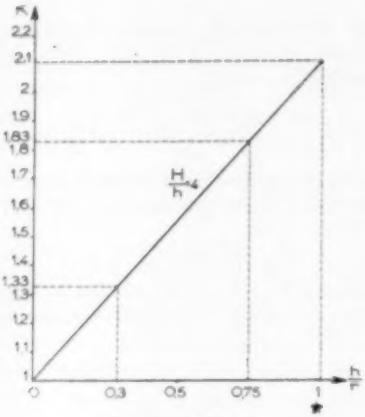


Fig. 32. — Etriers : coefficient de surtension

$K \cdot n_c$, K étant donné par les courbes de la figure 32 pour H/h égal à 4 ; K tend vers 1 lorsque h/r tend vers zéro.

VIII. - CONTACT

Le problème du contact de deux solides pressés l'un contre l'autre a été étudié principalement par Hertz, qui a établi les formules donnant la pression p s'exerçant sur les éléments plans en contact, ainsi que les dimensions de la surface de contact : celle-ci est une ellipse dont il définit les directions des deux axes ; la pression maximum p_m est au centre de l'ellipse.

Ce problème est important dans les cas suivants :

1° L'une des surfaces est un cylindre de révolution appuyé contre un plan (galet roulant sur un rail plan, roulement à rouleaux...).

2° L'une des surfaces est une sphère, l'autre une surface plane ou de très grande courbure (roulements à billes).

1° Contact d'un disque plan sur un rail plan en charge statique

Le modèle est un disque en plexiglas de 10 mm d'épaisseur et de 90 mm de diamètre ; il repose sur un petit parallélépipède en plexiglas de 10 mm x 10 mm de section, sa longueur étant indéfinie. Le disque est

percé en son milieu de façon à recevoir un axe entrant sans jeu ni serrage. La compression est appliquée à l'aide d'une chape appuyant sur l'axe symétriquement par rapport au plan moyen du disque, cette disposition représentant par exemple l'action du poids d'un véhicule sur les fusées d'un essieu.

Les conditions de similitude pour la détermination des charges à appliquer au modèle ne peuvent être réalisées en tous les points du disque, car, loin du contact, les contraintes sont proportionnelles aux charges appliquées ; au voisinage de celui-ci elles sont, d'après Hertz, proportionnelles à la racine carrée de ces charges.

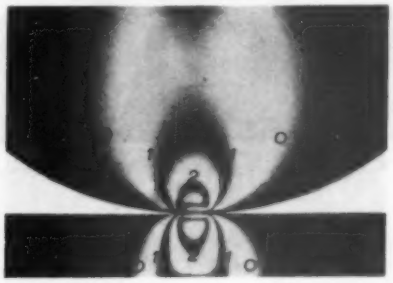


Fig. 33. — Disque appuyé sur un rail ; isochromes.

La photographie de la figure 33 représente les isochromes ; on observe qu'elles sont symétriques dans le disque et dans le rail par rapport à la surface de contact.

La figure 34 donne les valeurs des contraintes normales, parallèle et perpendiculaire aux contours du disque et du rail, la charge P étant égale à 160 kg.

On voit qu'au contact la compression verticale maximum p_m mesurée est égale à — 4,4 kg/mm², la compression horizontale ayant même valeur. Ces résultats sont identiques à ceux du calcul à l'aide de la formule de Hertz :

$$p_m = 0{,}418 \sqrt{\frac{P \times E}{e \times R}}$$

P, Charge appliquée : 160 kg. — E, Module d'élasticité du plexiglas : 300 kg/mm². — R, Rayon du disque : 45 mm. — e, Epaisseur du disque : 10 mm.

De même, la largeur du contact mesurée est très voisine de celle que donne la formule de Hertz :

$$l = 2 \times 1{,}52 \sqrt{\frac{P \times R}{e \times E}} = 4{,}7 \text{ mm.}$$

La différence des tensions principales est nulle le long du contact, ces deux tensions principales (normale et parallèle au contact) étant égales ; on en déduit qu'il n'y a pas de cisaillement en ces points ; l'hypothèse de Hertz, admettant que les réactions sont normales aux éléments de contact, est donc vérifiée.

Quand on se déplace, à partir du contact, suivant l'axe vertical dans le disque et le rail, la compression verticale diminue, la compression horizontale, égale à la compression verticale p_m au centre du contact diminue beaucoup plus vite, s'annule et devient une extension

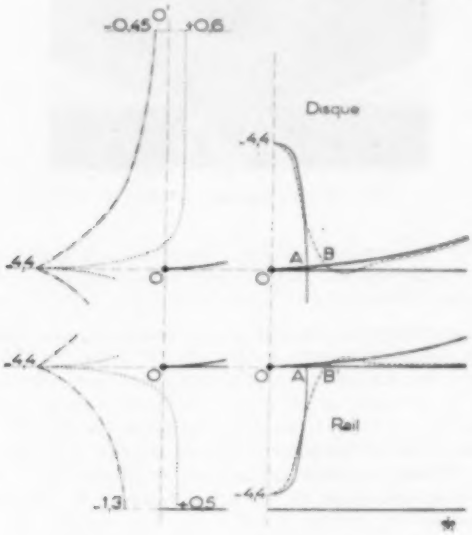


Fig. 34. — Disque appuyé sur un rail ; variation des contraintes.

(voir figure 34). C'est pourquoi sur la photographie de la figure 33, l'ordre des isochromes augmente vers l'intérieur, à partir de zéro au contact dans le disque et dans le rail ; la différence des tensions principales maxima étant, dans ces deux pièces, sur l'axe vertical, à une certaine distance du contact ; l'ordre de l'isochrome en ce point est supérieur à deux, bien que les tensions principales aient des valeurs inférieures à celles du contact p_m.

2° Roue bandagée appuyée sur un rail sous charge statique

En frettant un bandage en plexiglas sur le disque, avec un serrage proportionnel à celui de la roue et en

appliquant, dans les mêmes conditions, la charge de 160 kg, le calcul ne permet pas de prévoir les valeurs des contraintes dans le disque et le rail ; la photoélasticimétrie montre que, par rapport au cas précédent, elles sont augmentées dans le bandage au voisinage du contact et conservent la même valeur dans le rail, comme on le voit sur la photographie de la figure 35.

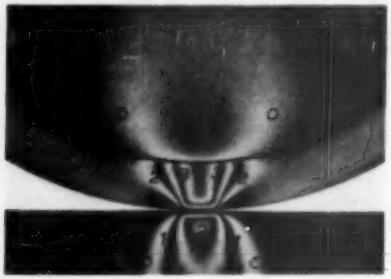


Fig. 35. — Roue bandagée appuyée sur un rail ; isochromes.

La compression verticale maximum augmente de — 4,6 kg/mm² à — 5,1 kg/mm², lorsque l'épaisseur du bandage diminue de 7 mm à 3 mm.

La compression horizontale au contact n'est plus égale à la compression verticale, elle est plus faible. La différence des tensions principales maxima dans le bandage se trouve près de la surface limitant le disque sur lequel on a fretté le bandage (isochrome 4). Le déplacement de ce maximum est beaucoup plus faible dans un bandage en acier, par suite de la grande valeur du module d'élasticité de ce métal, comparé à celui du plexiglas.

3° Contact de la roue sur le rail au démarrage

Si, en plus de la compression statique (fig. 36 *a*), on exerce un couple moteur sur le disque plan, dont l'axe est maintenu fixe, ce couple tend à faire rouler le disque sur le rail.

Dans la région du contact du disque avec le rail, les isochromes se modifient et prennent l'aspect de la photographie (figure 36 *b*), la roue tendant à tourner dans le sens des aiguilles d'une montre.

Les différences des tensions principales maxima à l'intérieur du disque et du rail conservent sensiblement les mêmes valeurs que lorsqu'il n'y a pas de couple (figure 36 *a*).

Les isochromes du disque quand le couple agit sont les symétriques des isochromes du rail, par rapport au centre du contact ; leur inclinaison montre que les valeurs de la différence des tensions principales dans le disque sont supérieures à celles du rail du côté gauche, et inférieures du côté droit, pour le sens de rotation indiqué.

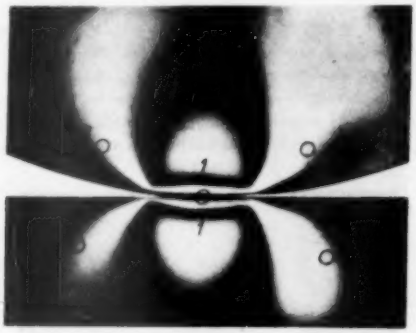


Fig. 36 *a*. — Disque appuyé sur un rail avant démarrage ; isochromes.

Cette différence des tensions principales est différente de zéro le long du contact ; on en déduit qu'il existe un cisaillement *t* le long de cette surface, dirigé vers

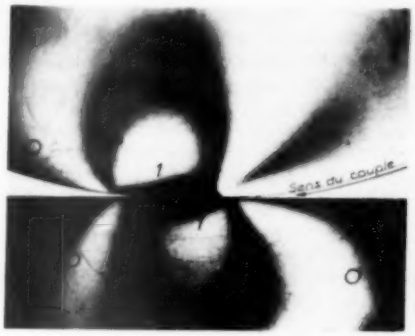


Fig. 36 *b*. — Disque appuyé sur un rail au démarrage ; isochromes.

la droite pour l'élément du disque et vers la gauche pour l'élément du rail ; les réactions sont donc obliques par rapport à la surface de contact.

La figure 37 donne les variations des contraites normales *n* perpendiculaire et *n'* parallèle aux contours du disque et du rail, ainsi que *t*. On voit que la partie gauche de la roue à l'extérieur du contact est tendue

(ou allongée), en regard de la partie du rail qui est comprimée (ou raccourcie), l'inverse se produisant à droite.

Lorsque la roue roule sur le rail sans glisser, les parties tendues de l'une des pièces viennent au contact des parties comprimées de l'autre ; on retrouve ainsi

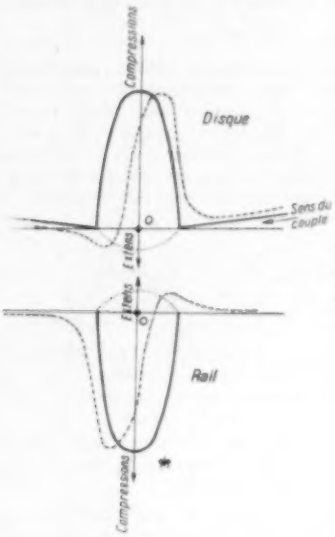


Fig. 37. — Disque appuyé sur un rail au démarrage ; variation des contraintes.

l'existence du pseudo-glissement d'une roue transmettant un couple. Ce pseudo-glissement se traduit par la différence entre le chemin parcouru par l'axe de la roue L et le produit du nombre n de tours qu'elle a effectués par la longueur de sa circonférence $\pi . d$: $L < \pi . dn$.

Lorsque le rapport t/n dépasse la valeur limite en tous les points du contact en même temps, le glissement du disque sur le rail se produit ; il y a patinage.

4° Contact d'une sphère appuyée sur un plan

On étudie par la méthode de Favre en 3 dimensions (voir généralités [1]) une sphère en plexiglas non photoélastique dans laquelle on a collé une lame mince de plexiglas photoélastique représentant une coupe de la sphère par un plan méridien.

En appliquant une compression P sur la sphère appuyée contre une plaque de plexiglas, l'examen étant fait perpendiculairement au plan de la lame, on observe suivant le diamètre AB orthogonal à la surface de contact en son centre A (voir figure 38) : une tension principale p dirigée suivant AB et deux autres tensions

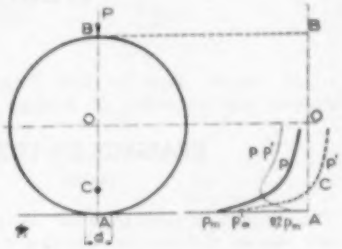


Fig. 38. — Sphère appuyée sur un plan ; variation des tensions principales.

principales, l'une perpendiculaire à AB dans le plan de la figure, l'autre perpendiculaire au plan de la figure, de valeurs égales p'.

Le maximum de p se trouve en A ; sa valeur mesurée p_m^o est égale à celle de la formule de Hertz :

$$p_m = 0.388 . \sqrt[3]{\frac{PE^2}{R^2}}$$

E, Module d'élasticité du plexiglas. — R, Rayon de la sphère.

Le diamètre mesuré du contact est égal au diamètre calculé $d = 2.2 . \sqrt[3]{\frac{P . R}{E}}$.

La différence des tensions principales $p - p'$ est très faible au contact en A, elle est de l'ordre de 0.2 p_m ; elle croît rapidement lorsqu'on s'éloigne de A vers B, passe par un maximum, de valeur 0,6 p_m en un point C tel que AC soit inférieur à $d/2$, puis décroît de nouveau de C vers O centre de la sphère.

C'est au point C que les premières déformations permanentes doivent se produire comme l'a vérifié un examen aux rayons X d'une sphère en acier, tandis qu'en A, malgré les valeurs élevées que peut atteindre p_m, la limite élastique n'est pas encore atteinte.

Ces quelques applications, jointes aux généralités, montrent l'importance de la photoélasticimétrie, auxiliaire précieux de l'ingénieur et du bureau d'études, pour l'établissement d'un projet d'organe de machine.

A. KAMMERER et J. CANAL
Ingénieur des Arts et Manufactures *Ingénieur E. S. P. C.*
Docteur ès-Sciences
Ingénieur au Laboratoire
de la S. N. C. F.

(1) Voir renvoi (1) p. 185 et 186.

OUTILS ET OUTILLAGE

L'outillage moderne de fraisage

(suite)

M. Ramel, dans le cadre d'une série d'articles sur l'outillage moderne de fraisage [1] *poursuit ci-dessous l'examen des méthodes de bridage employées dans le fraisage en ligne.*

FRAISAGE EN LIGNE

(suite)

Le fraisage de deux plats sur un cylindre est effectué sans plateau diviseur par l'artifice d'un bloc d'orientation *A* (fig. 14). La pièce est dégauchie et supportée

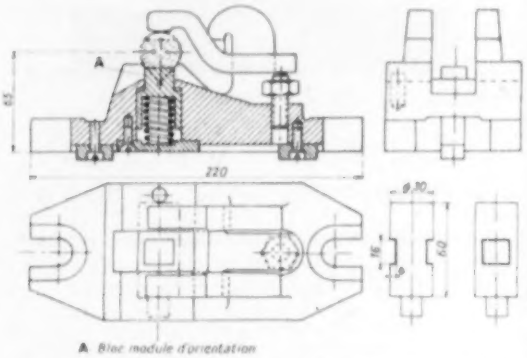


Fig. 14. — Montage de fraisage de deux plats sur cylindre.

dans son axe horizontal par deux vés. Au fraisage du premier plat, le bloc *A* s'enfonce et sa fonction de dégauchisseur n'est employée que pour le fraisage du deuxième plat.

La forme de la bride a été étudiée pour laisser passer la fraise ; elle prend appui sur les deux colonnes du montage et cette disposition permet de réduire considérablement la hauteur du montage et, par là-même, augmente sa rigidité.

Si la pièce à fraiser est de petites dimensions : axes, brides, on peut disposer sur chaque montage plusieurs pièces serrées séparément ou bloquées ensemble, donc en ligne. Le travail de fraisage est continu, mais le prix du montage s'en trouve augmenté ; aussi est-il nécessaire d'étudier en rapport avec le nombre de pièces à usiner le prix de revient de l'outillage.

Le serrage efficace de plusieurs pièces cylindriques par une bride unique étant impossible par suite des différences de diamètre, on emploie des brides à serrage articulé (fig. 15). La bride comporte deux secteurs mobiles pouvant pivoter librement autour de leurs axes. Ce dispositif permet le serrage correct de deux pièces à la fois. La pièce est en butée sur la plaque *A*

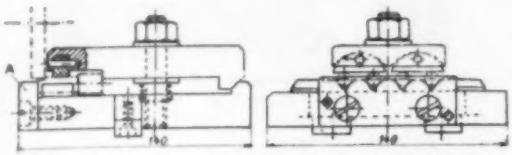


Fig. 15. — Serrage de pièces par brides articulées.

et la forme arrière de la bride poussant l'extrémité de la pièce opposée au fraisage permet à la fois le serrage et la mise en place nécessaire.

Dans ce montage, la pièce est dégauchie par un vé. Dans la figure 16, la pièce est centrée dans une empreinte cylindrique et une bride centrale serre deux

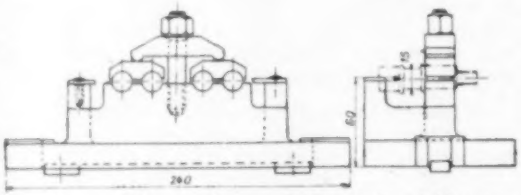


Fig. 16. — Bridage de pièces par bride centrale et brides secondaires.

brides secondaires. L'orientation du plat à fraiser étant tributaire d'une ouverture dans la pièce, celle-ci est dégauchie par une plaquette et le fraisage complet de la pièce s'effectue en une seule fois avec deux fraises accouplées ou à la retourne avec une seule fraise.

La disposition du montage de la figure 17 permet deux fraisages combinés. L'enchappement et les deux plats de la chape s'usinent souvent ensemble par trois fraises accouplées. En faisant pivoter la réglette *A* dans l'enchappement préalablement fraisé, on usine à

[1] Voir *La Pratique des Industries Mécaniques*, t. XXXI, n° 2 (novembre 1948) p. 345 ; t. XXXII, n° 4 (avril 1949) p. 115 ; t. XXXIII, n° 1 (janvier 1950) p. 17 et n° 6 (juin 1950) p. 192.

l'aide d'une fraise de forme l'extrémité de la pièce (fig. 18).

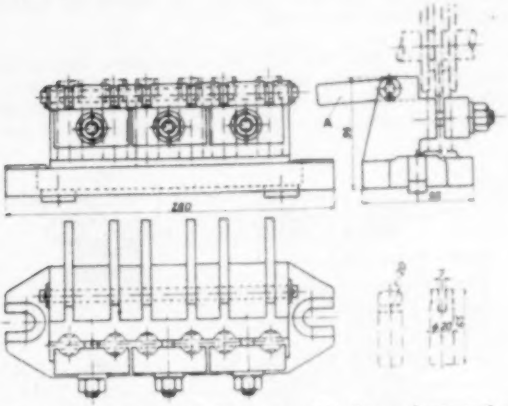


Fig. 17. — Montage de fraisage combiné d'un enchappement et d'une forme concave.
A. Réglette.

Un autre serrage utilisé pour l'usinage précis d'une rainure dans un axe est donné par la figure 19. Le corps du montage est alésé à la cote de la pièce et,

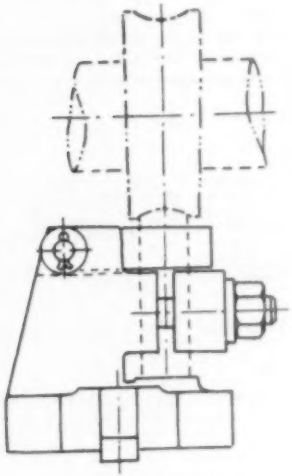


Fig. 18. — Fraisage par fraise concave.

par l'intermédiaire de deux ouvertures adéquates, on serre par une seule bride deux pièces à la fois. L'axe ayant une collerette et l'utilisant comme face de départ et d'appui, pour la facilité de construction du montage, la fraise a été placée au-dessous du travail à effectuer, ce qui facilite l'évacuation des copeaux.

Le surfaçage des brides ovales de la figure 20 est obtenu en les dégauchissant par des alvéoles appropriés dans une plaque fixe *A* sur le montage et

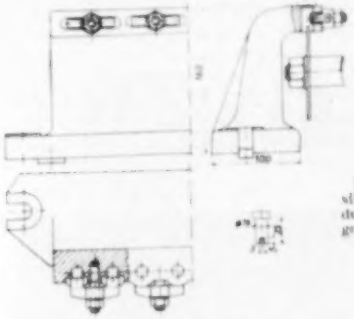


Fig. 19. — Disposition de fraisage en dessous avec serrage par brides.

bloqués par des brides dont la partie serrante est fermée par une plaquette dont l'arrière est incliné, ce qui permet une application assurée de la bride sur ses

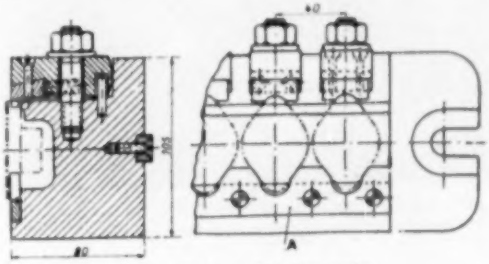


Fig. 20. — Fraisage de brides ovales.

points d'appui. Le blocage d'une pièce rectangulaire est obtenu par une bride ayant les mêmes caractéris-

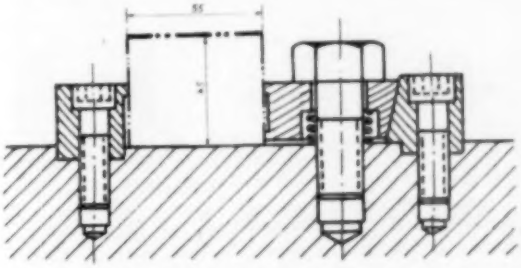


Fig. 21. — Serrage d'un bloc rectangulaire.

tiques et la même propriété (fig. 21) ou par des blocs (fig. 22).

Le serrage des axes, plaquettes de petites dimensions, est assez délicat ; les figures suivantes donnent quel-

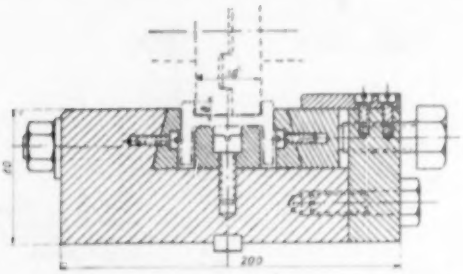


Fig. 22. — Montage de fraisage par bride mobile.

ques dispositions qui ont donné de bons résultats. Par huit pièces à la fois le montage de la figure 23

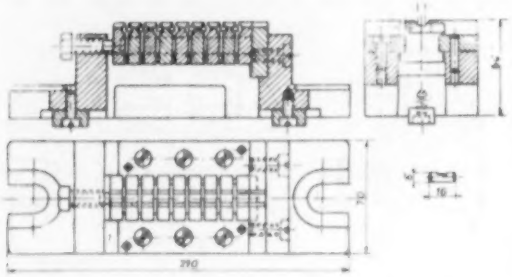


Fig. 23. — Serrage d'axes par brides multiples en ligne.

permet l'usinage du plat. Les brides de serrage sont coulissantes sur deux plaquettes *A* et l'ensemble est serré par la vis *B*.

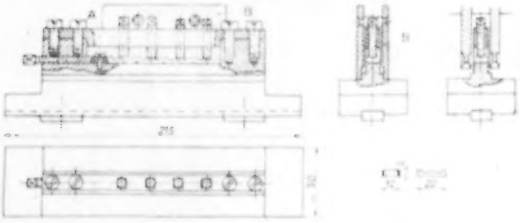


Fig. 24. — Fraisage de plaquettes par fraises accouplées. A. Pont support des vis. — B. Etrier de mise en place.

La mise à longueur des plaquettes de la figure 24 est obtenue par deux fraises accouplées et leur serrage est effectué par des vés montés sur un pont fixe *A*. La mise en place des plaquettes est assurée par l'étrier *B*, qui, après le blocage des pièces est enlevé pour le passage des fraises.

L'élasticité des montages de construction appropriée est utilisée pour le serrage des pièces ne demandant pas une grande précision d'usinage. Chaque bloc du montage de la figure 25 serre deux pièces à la fois

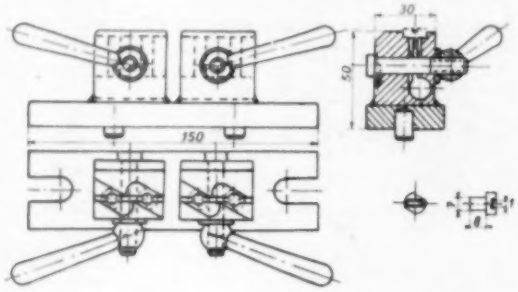


Fig. 25. — Serrage de pièces par déformation du montage.

et celles-ci sont dégauchies dans une empreinte qui permet l'exécution de la rainure par rapport aux plats de la pièce à fraiser.

Le blocage des chapeaux de bielle de la figure 26 est obtenu par un axe central pivotant à l'extrémité du montage. Le serrage est très énergique et permet une

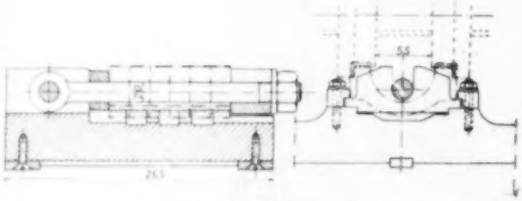


Fig. 26. — Fraisage de chapeau de bielle avec serrage par bride centrale.

mise en place et un démontage des pièces très rapides. Le dressage des faces du chapeau s'effectue par fraises accouplées.

Le sciage des pièces est une opération de fraisage en ligne et l'usinage complet des bagues de la figure 27 s'exécute dans les conditions suivantes : Les pièces sont montées en bloc sur un mandrin *A* rainuré pour le passage de la fraise. Après l'exécution de la première coupe, on débloque la vis de serrage et on retourne de 180° le mandrin ; après un nouveau

fraisage la pièce est coupée en deux parties. Le montage peut comprendre deux mandrins et la mise en place des pièces à usiner sur l'un d'eux se fait pendant le fraisage des pièces sur l'autre, fixé sur le montage ; cette disposition permet le fraisage continu.

La figure 28 donne le principe d'un mécanisme ultra-moderne où l'alignement, le positionnement et le bridage sont tous effectués d'un seul coup par une simple

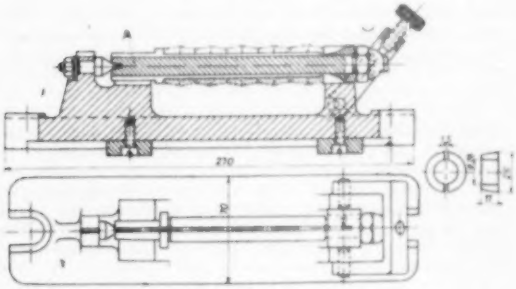


Fig. 27. — Montage de sciage de bague
A. Mandrin

manœuvre de la poignée de commande. Quand la poignée *A* est manœuvrée, le verrou *B* est commandé verticalement par une crémaillère et un pignon ; ce mouvement donne la rotation du pignon *C* et des

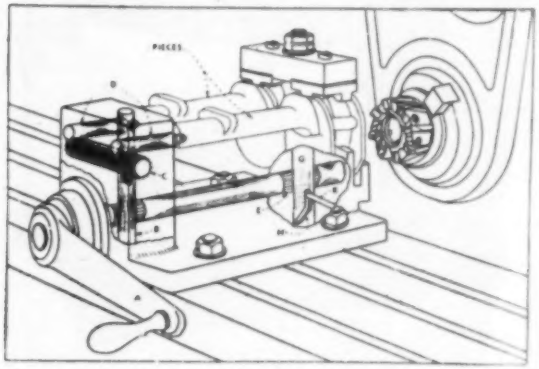


Fig. 28. — Montage de fraisage de conception moderne
A, Poignée de manœuvre. — *B*, Verrou de commande. — *C*, Pignon de commande. — *D*, Doigts d'alignement. — *E*, Pignon de commande. — *G*, Boulon de bridage. — *H*, Came. — *K*, Doigt

deux doigts d'alignement *D* qui entrent dans les trous alésés aux extrémités des corps de pompe à usiner. En même temps, le pignon *E* engage la crémaillère sur le boulon de bridage *G*, le déplaçant verticalement. La mortaise de la came *H* et le doigt *K* sont disposés de façon que le boulon de bridage tourne de 90° pendant ce mouvement. Si le montage doit être chargé, il faut placer les deux pièces à usiner, faire tourner automatiquement la bride de 90° en position de bridage. Les deux doigts d'alignement entrent dans les trous alésés pendant que la bride pivote. La poignée étant solidaire du bloc de bridage, un simple mouvement de la poignée suffit à brider la pièce en place. Pour enlever les pièces après fraisage, il suffit de manœuvrer la poignée dans le sens opposé (fig. 29).

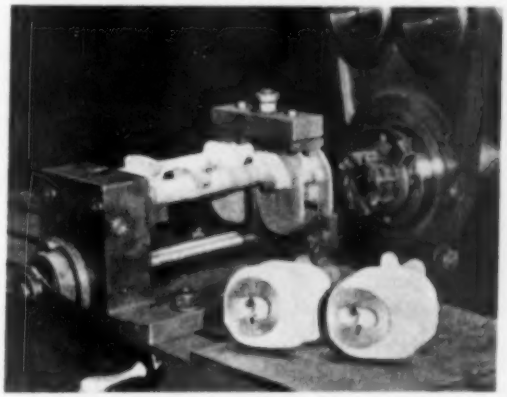


Fig. 29. — Vue de montage représenté schématiquement par la figure 28

Le fraisage par fraises accouplées oblige l'opérateur à régler à la cote désirée l'écartement des fraises, la vérification de ce réglage et la mise en place du montage par rapport aux fraises s'effectuent à l'aide d'un bloc de dégauchissage en acier de cémentation d'une largeur inférieure de 6 mm, par exemple, fixé sur le montage et situé entre les fraises.

Il suffit d'intercaler des cales mobiles de 3 mm de chaque côté du bloc pour obtenir le réglage désiré.

La méthode de fraisage en ligne n'est vraiment économique que pour l'usinage de pièces de petites dimensions et où la fraise est continuellement engagée.

Après l'étude du fraisage en ligne, achevée ci-dessus, l'auteur traitera, dans la suite de son article, du fraisage alternatif et du fraisage en parallèle. Puis seront décrits des montages sur plateau diviseur, plateau tournant et table pivotante.

(à suivre) RAMEL

MACHINES-OUTILS

La table de semi-pointage G.S.P.

Le fonctionnement de la table de semi-pointage construite par G.S.P. pour les travaux de perçage, d'alésage, de lamage, de taraudage sur pièces en petites et moyennes séries, est illustré ci-dessous par quelques exemples d'usinage. La comparaison des temps réalisés et de ceux qui seraient nécessaires sans ce dispositif rend évident l'intérêt de son emploi.

Les travaux de perçage et d'alésage sur des pièces plus ou moins encombrantes sont toujours très coûteux. Dans le cas de pièces unitaires, il est indispensable d'utiliser un matériel perfectionné et en excellent état, servi par un personnel qualifié et payé cher, et, de toute manière, les temps morts de mise en place, de réglage, de manipulation, sont très longs et onéreux ; de plus, les risques de rebuts sont importants. Dans le cas de petites et moyennes séries, on supprime généralement les inconvénients précédents, grâce à l'utilisation d'outillages et de montages appropriés, plus ou moins perfectionnés mais toujours d'un amortissement chargeant lourdement le prix de revient, et délicat à calculer. Les industriels savent combien il est dangereux de décider de la création d'outillage spécialisé et, ensuite, lorsque cette décision est prise, combien il est délicat de veiller à sa conception ; en effet, il faut alors tenir compte, à la fois, des questions purement techniques fondées sur les qualités du produit à fabriquer, de son prix de revient, et donc de la productivité que permet d'atteindre cet outillage. Comment peut-on prédéterminer avec suffisamment de précision le facteur amortissement ? puisque lui-même dépend notamment : du nombre de produits que l'on pourra vendre et donc fabriquer sans modification d'étude, et donc de la tarification et du prix de revient réel de l'ensemble, essentiellement variable dans cette période d'instabilité monétaire. Il dépend également :

— des possibilités et de la valeur des concurrents, de plus en plus nombreux et dangereux par suite notamment de la suppression des barrières douanières et de l'application de valeurs fictives de certaines monnaies.

— de la valeur intrinsèque de la technique utilisée, technique qui évolue si rapidement depuis quelques années.

Il nous semble donc qu'une gestion industrielle saine ne devrait de nos jours prévoir l'amortissement d'outillages spéciaux que sur un ou deux ans au maximum.

Enfin, l'existence même de ces outillages freine bien souvent la mise au point et l'amélioration des produits car, en plus des risques de rebuts et des difficultés de stockage et de relance des pièces de rechange, les services techniques et financiers hésitent à procéder à ces modifications fastidieuses et très coûteuses des études, des gammes de fabrication, des modèles, des outillages, de calibres, des documents de contrôle, de réception et de propagande, des catalogues, des propositions, etc., qui cependant permettraient à la clientèle de profiter de nouveaux avantages découverts lors de l'utilisation prolongée du produit chez l'usager.

Tous les inconvénients énumérés ci-dessus dans le cas de travaux de perçage, d'alésage, de lamage, de taraudage, de pièces en petite et moyenne séries, peuvent être généralement évités grâce à l'utilisation de tables de semi-pointage. Ces nouveaux dispositifs se répandent très rapidement aux Etats-Unis et sont maintenant construits en France par les **Ateliers G.S.P.** (cette firme utilisant d'ailleurs une technique très différente de celle appliquée par les U.S.A.).

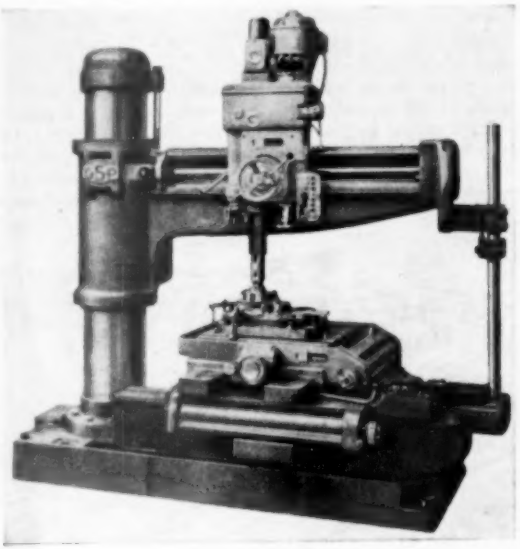


FIG. 1. — Table de semi-pointage *GSP*, type *P*, montée sur une radiale.

Cette table de semi-pointage type **P** peut être montée sur tous les types de radiales de mécanique ayant une broche suffisamment précise (il est recommandé d'entretoiser le bras avec le bâti de la table par une colonne). Le chariot de la radiale est alors définitivement immobilisé sur le bras et le bras sur la colonne (fig. 1).

Cette table comprend deux déplacements rectangulaires automatiques — vitesse rapide et vitesse variable — l'amplitude des déplacements pouvant se faire à la main, ou automatiquement par butée, avec pré-sélection.

Cette automaticité est obtenue électriquement grâce à un dispositif électronique breveté qui a le gros avantage d'être simple et, par suite, sûr et robuste. Chacun des deux mouvements en croix est actionné par un petit moteur continu ; ce moteur, qui peut varier de vitesse, de sens, et être freiné, est alimenté par la cathode de deux thyratrons redressant chacun une alternance du secteur alternatif. Ces tubes ne pouvant s'amorcer que lorsque la tension anodique est déjà positive et se désamorçant avant que cette tension ne soit nulle, on peut à chaque demi-période se servir de la force contre-électromotrice du moteur travaillant à cet instant à vide, comme de la tension de mesure de la petite génératrice classique ; cette tension de mesure est comparée à une tension de référence ; la différence de ces deux tensions, de mesure et de référence, est amplifiée et appliquée aux grilles des deux tubes ; l'amorçage se produit de telle manière que le courant moyen alimentant le moteur augmente lorsque sa vitesse a tendance à décroître sous une charge plus élevée ; le point d'amorçage sur l'alternance positive est ainsi fonction de la vitesse du moteur pendant l'alternance négative précédente ; cette régulation agit donc avec un retard maximum d'un centième de seconde ; elle est, de plus, très précise, puisque la résistance et la self des enroulements du moteur n'interviennent pas pendant la mesure des forces contre-électromotrices et que la lampe amplificatrice travaille à un point précis de sa caractéristique.

Le plateau de la table dont les dimensions utiles sont 1 m x 0,800 m, se déplace sur une coulisse mobile elle-même sur le banc.

La course longitudinale est de 750 mm lorsque l'on utilise les arrêts automatiques, mais peut-être de 810 mm sans butée.

La course transversale est de 500 mm avec arrêts automatiques sur butée, et peut être de 560 mm sans butée.

La vitesse de déplacement est variable d'une manière continue depuis quelques millimètres par minute jusqu'à 2 500 millimètres par minute.

Le nombre de positionnements par butée est de 19 dans les déplacements longitudinaux et de 13 dans les déplacements transversaux.

Malgré ces caractéristiques plus avantageuses que celles des dispositifs étrangers concurrents, cette table a un encombrement et un poids plus réduits (Encombrement total : 2,400 m x 2 m x 0,67 m. — Poids : 2 800 kg).

Les vis de déplacement sont traitées et leur filet est rectifié.

Les écrous comportent un dispositif de rattrapage de jeu.

Les glissières sont constamment protégées par des bandes d'acier poli.

La commande spéciale des moteurs permet de réaliser des déplacements très rapides et des ralentis par palier afin d'obtenir des arrêts sans choc et d'éliminer les efforts et contraintes permanents de l'ensemble, contrairement au dispositif hydraulique par exemple. Ceci confère à la table cette précision des positionnements qui est garantie, en cycle automatique, à moins de 5 microns près sur chaque coordonnée.

Cette table peut ainsi fonctionner de deux manières différentes :

1° **En cycle automatique, avec pré-sélection manuelle** : Sur le côté droit de la table et sur le devant de la glissière (fig. 2) sont fixés deux barillets porte-butées. Des volets rabattables protègent ces barillets contre les projections éventuelles et les chutes de copeaux.

L'opérateur règle la position des butées en plaçant l'extrémité d'une jauge fixe ou réglable contre la face de référence du barillet, la butée mobile est ensuite poussée le long de la rainure jusqu'au contact de l'autre extrémité de la jauge ; le blocage de cette butée se fait d'une manière très efficace, sans aucun déplacement.

Fig. 2 — Barillet porte-butées.

Les butées sont ainsi réglées, et dans l'ordre des opérations. Les différences de longueur des jauges représentent donc les coordonnées des axes des trous à usiner. Lorsqu'un déplacement est de direction opposée au déplacement précédent, il suffit de retourner bout pour bout les butées mobiles qui sont usinées en conséquence. Lorsque la table est ainsi prête à fonctionner en cycle automatique, il suffit de :

a) Placer à la main les tambours de barillets devant les repères, tout d'abord lettre **A** pour le déplacement transversal (abscisse) et chiffre **1** pour le déplacement longitudinal (ordonnée).

b) Débloquer le levier.

Immédiatement, les deux mouvements s'exécutent simultanément à grande vitesse, puis lentement jusqu'à la première position. Lorsque ce mouvement est complètement terminé, les deux voyants s'allument. A ce moment, l'opérateur bloque avec ce même levier les deux mouvements en croix et le travail peut commencer.

Pour passer à la position n° 2 et ainsi de suite, il suffit de pré-sélectionner en se plaçant sur le repère **B** et **2**, de débloquer, attendre que les deux voyants s'allument et rebloquer, et ainsi de suite.

Des sécurités empêchent la mise en marche des moteurs lorsque la table n'est pas débloquée.

Des arrêts de fin de course limitent les déplacements de la table de travail et de la glissière longitudinale.

Un ouvrier moyen, non spécialiste, peut donc très facilement effectuer ces opérations de semi-pointage. La mise en place des barillets peut se faire également d'une manière précise, très facilement, à l'aide de jauges mises à longueur au préalable par le service outillage, ou par des jauges réglables avec micromètre. Cette méthode de fabrication est utilisable pour des petites séries, puisque la mise en place d'une butée par un ouvrier soigneux, mais non spécialiste, ne demande pas plus de 2 à 5 minutes (selon que l'on utilise une jauge fixe ou une jauge à régler).

2° **Fonctionnement en cycle non automatique dans le cas notamment de pièces unitaires.** — Dans ce cas, il suffit de placer les deux tambours de pré-sélection en position neutre indiquée par une flèche, les butées étant mises hors-circuit. Les déplacements se font automatiquement, d'une manière rapide ou lente, en tournant simplement le bouton d'un potentiomètre. Le mouvement est tellement souple que l'arrêt peut se faire bien souvent directement par le moteur en actionnant ce bouton. Il est néanmoins possible de finir le mouvement à la main à l'aide d'un volant de déplacement de précision. La lecture se fait sur les deux mouvements à l'aide d'un très grand vernier, dont une division représente 0,05 mm, complété par un vernier totalisateur évitant toute erreur grossière.

La figure 3, qui représente le tableau de commande, montre bien les deux voyants permettant de contrôler la mise en place automatique de la table, deux boutons donnant la possibilité de répéter les mouvements en cycle automatique

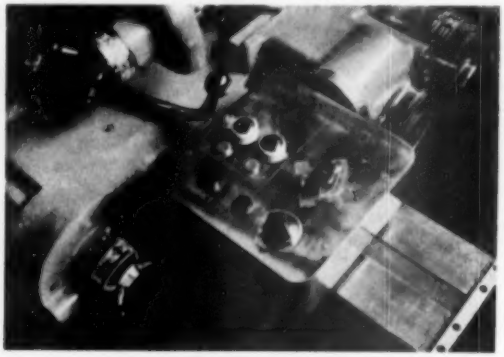


Fig. 3. — Tableau de commande de la table.

(ceci est très utile lorsqu'on veut dégager la pièce, puis refaire une opération en même position). Au-dessus du potentiomètre, un bouton sélectionne les mouvements de déplacement rapide et lent.

A tout moment, l'opérateur peut arrêter tout déplacement par la simple manœuvre du levier de blocage mécanique simultané de la table et de sa glissière.

Ainsi, ce nouveau dispositif, grâce à ses nombreuses possibilités, permet d'envisager de nouvelles méthodes de fabrica-

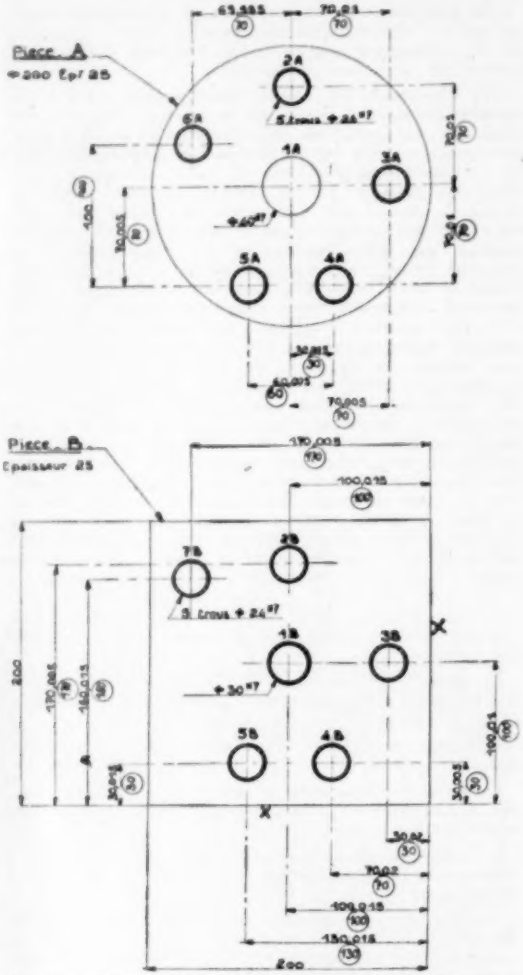


Fig. 4. — Exemples de pièces usinées sur table P (Plaques en acier au carbone à 45 kg/mm²).
Perçage effectué à partir :
1° *Pièce A* : Axe du trou ⌀ 40 H 7.
2° *Pièce B* : Faces marquées d'une croix.
Les cotes demandées sont les cotes encerclées. Les autres sont celles relevées sur les pièces.
— CONTROLE —
1° Les pièces ont été mises l'une sur l'autre et centrées par un mandrin épaulé de ⌀ 29,99 — ⌀ 39,99.
Les trous *2A-2B, 3A-3B, 4A-4B, 5A-5B* ont été brochés simultanément avec broches ⌀ $^{24 + 0,00}_{- 0}$
2° Toujours brochés dans l'alésage central, les alésages *3A-2B, 6A-5B* ont été également brochés simultanément avec broches ⌀ $^{24 + 0,00}_{- 0}$

tion moins coûteuses, très précises et très rapides, et a donc sa place dans un très grand nombre d'ateliers fabriquant soit des prototypes, soit des pièces unitaires, soit des pièces en petite et moyenne séries (grâce notamment à la rapidité de placement des butées et à la suppression des outillages et montages spéciaux très onéreux).

A la suite de nombreux essais, il a déjà été remarqué que, dans le cas d'utilisation de cette table, les temps d'usinage sont sensiblement égaux à ceux obtenus en utilisant des montages d'alésage et de perçage et même, dans certains cas, plus rapides, ceci s'expliquant en effet par la possibilité de présélectionner et de mettre la pièce en place automatiquement, et avec très grande précision, pendant que l'opérateur met en place l'outillage coupant et effectue la mise en route du chariot de commande.

La figure 4 représente les deux pièces d'essai **A** et **B** permettant de mettre en valeur les précisions que l'on peut obtenir sur un tel dispositif.

Les perçages ont été exécutés en prenant comme départ l'axe du trou **1 A** alésé à 40 H7 sur la pièce **A** et la face représentée par un gros trait sur la pièce **B**. Pour le contrôle, les pièces ont été mises l'une sur l'autre et centrées par un mandrin épaulé de 29,99 et de 39,99 de diamètre. Les trous **2 A - 2 B**, puis **3 A - 3 B** — **4 A - 4 B**, et **5 A - 5 B**, ont été brochés simultanément avec barre de contrôle de 24 ± 0. Puis toujours brochés dans l'alésage central, les alésages **3 A - 3 B** et **6 A - 5 B**, ont également été brochés simultanément avec barre de contrôle de 24 ± 0. Ces broches entraient grassement sans aucun jeu ni dur.

Les cotes demandées sont les cotes encerclées ; les cotes non encerclées sont celles qui ont été relevées par le contrôle sur les pièces exécutées.

D'autre part, il est intéressant de communiquer, à titre d'exemple, les différentes méthodes utilisées et temps réalisés pour l'usinage d'une pièce en fonte telle que celle représentée sur la figure 5.

Tout d'abord en utilisant une radiale et cette table **P**, on peut réaliser les opérations suivantes :

— Monter la pièce, la dégauchir, la brider.

— Sur la ligne n° 1, pointer, puis percer, puis lamer (voir les outillages et les conditions de coupe sur la figure 6).

— Sur la ligne n° 2, pointer, puis percer, puis lamer,

— Sur la ligne n° 3, percer,

— Sur la ligne n° 4, percer,

— Sur la ligne n° 5, percer et tarauder,

— Sur la ligne n° 6, percer et tarauder,

— Sur la ligne n° 7, percer et tarauder,

— Sur la ligne n° 8, pointer, percer et lamer,

— Sur les lignes nos 9, 10 et 11, percer et lamer,

— Sur la ligne n° 12, aléser à l'aide de trois manchons aléseurs,

— Sur la ligne n° 13, percer,

— Sur la ligne n° 14, percer, fraiser et tarauder,

— Sur la ligne n° 15, percer, fraiser et tarauder,

— Sur la ligne n° 16, aléser les cotes 175 et 180 avec deux manchons aléseurs,

— etc...

La figure 6 représente le débit de cette gamme, avec schéma de la pièce dont les différents trous sont numérotés dans l'ordre des opérations.

Les temps couramment réalisés pour l'exécution, dans ces conditions, de l'usinage, sont de 21 minutes 90 pour les temps de coupe et 38 minutes pour les temps de manipulation.

Ces mêmes travaux ont été réalisés sans cette table, sur une radiale ordinaire, après tracé des trous, puis sur une aléseuse courante pour les gros travaux d'alésage. Dans ce deuxième cas, les temps réalisés ont été les suivants :

— Temps de coupe : 25,90 mn (12,30 mn sur la radiale ; 13,60 mn sur l'aléseuse).

— Temps de manipulation : 127,40 mn (dont 76 mn pour le tracé ; 30,50 mn pour la manipulation sur radiale, 20,90 mn pour la manipulation sur l'aléseuse).

On remarque donc l'énorme gain obtenu dans le cas de l'utilisation de cette table spéciale ; les gains sur les temps de coupe sont évidemment très faibles puisque, dans les deux cas, on utilise des machines identiques, mais, par contre, les temps morts sont réduits au quart, dans le cas d'une pièce unitaire ; dans le cas de plusieurs pièces et au fur et à mesure que la série augmente, l'avantage de la table de semi-

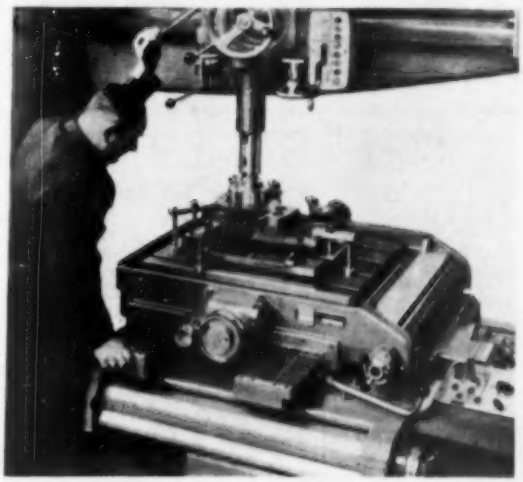


FIG. 5. — Exemple de pièce en fonte usinée sur la table P

pointage est encore plus important puisque l'amortissement des temps de mise en place des taquets est d'autant plus réduit. Par contre, dans le deuxième cas, le temps de manipulation reste constant puisqu'il faut toujours effectuer un tracé sur chaque pièce.

Précédemment, et puisque cette table de semi-pointage n'était pas connue, cette pièce était fabriquée en séries de 50, renouvelables, à l'aide d'un montage et d'outillages dont la valeur représente environ 400 000 F. Dans ce troisième cas, les temps réalisés étaient les suivants :

TABLEAU I. — GAMME OPÉRATOIRE POUR L'ÉXÉCUTION DE LA PIÈCE DE LA FIGURE 5.

N°	Sous Opérations	Montage, Outillage coupant, Moyen de contrôle à utiliser			VC	T M	A	TC	TM
	Monter la pièce, dégauchir, brider.								600
1	Pointer.	Foret à centrer ○ 8	Position 1 A	9	22.5	860	M	010	020
	Percer ○ 9 × 45	○ 9	1 A	—	—	—	016	040	030
	Lamer ○ 15,5 × 5	Porte fraise ○ 15,5 × 9	1 A	18	9	160	M	020	030
2	Pointer	Foret à centrer ○ 8	2 B	9	22.5	860	M	010	030
	Percer ○ 9 × 45	○ 9	2 B	—	—	—	016	040	030
	Lamer ○ 15,5 × 5	Porte fraise ○ 15,5 × 9	2 B	18	9	160	M	020	030
3	Percer ○ 11 × 30	Foret ○ 11	3 B	12	22,5	620	020	030	030
4	Percer ○ 26 × 20	○ 26	4 B	32	—	220	050	020	030
5	Percer ○ 6,75 × 25	○ 6,75	5 C	6	—	1240	013	020	040
	Tarauder T 8 SI × 20	Taraud T 8 SI	5 C	90	—	80	M 125	040	030
6	Percer ○ 8,75 × 20	Foret ○ 8,75	6 C	9	—	860	016	020	030
	Tarauder T 10 gaz × 15	Taraud T 10 gaz	6 C	90	—	80	M 090	040	040
7	Percer ○ 6,75 × 25	Foret ○ 6,75	7 C	6	—	1240	013	020	040
	Tarauder T 8 SI × 20	Taraud T 8 SI	7 C	90	—	80	M 125	040	030
8	Pointer	Foret à centrer ○ 8	8 D	9	—	860	M	010	030
	Percer ○ 9 × 45	○ 9	8 D	—		—	016	040	030
	Lamer ○ 15,5 × 5	Porte fraise ○ 15,5 × 9	8 D	18	9	160	M	020	030
			à reporter . . .					4'4	11'3

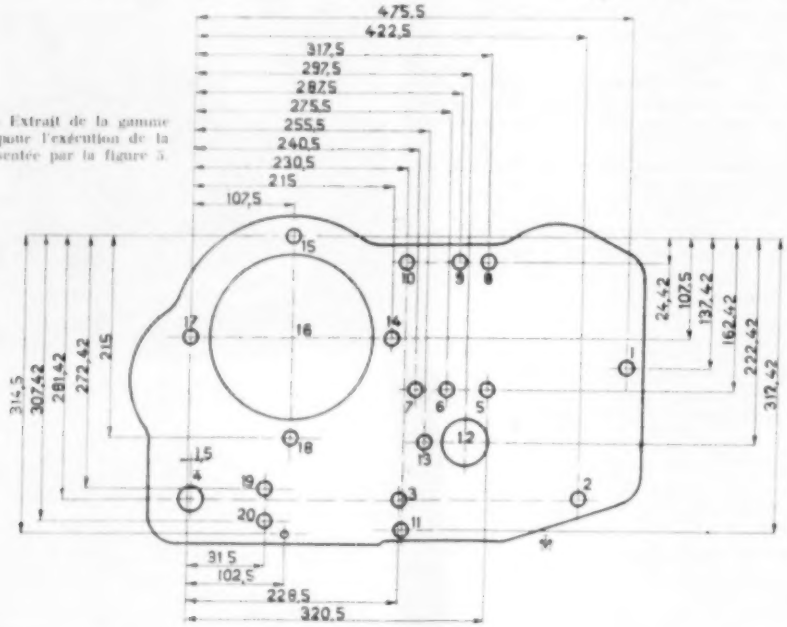


FIG. 6. — Extrait de la gamme opératoire pour l'exécution de la pièce représentée par la figure 5.

— Temps de coupe : 21,50 mn

— Temps de manipulation : 51,70 mn.

Ces chiffres s'expliquent par le fait qu'il y a un très léger gain sur les temps de coupe, car on peut, dans certains cas, améliorer ces conditions de coupe grâce à un bon guidage des forets ou alésoirs (mais ce gain peut également être obtenu avec la table P en utilisant un support universel de lunette). Par contre, les temps de manipulation sont presque doublés, car il est extrêmement long et délicat de procéder, en plus du déplacement de l'ensemble montage-pièce par rapport à la broche, au changement des cheminées au fur et à mesure des changements d'outils, tout ceci compte non tenu de la charge financière et des sujétions causées par les création et entretien des montages et outillages déjà signalées.

Est-il nécessaire de préciser que dans le premier cas, c'est-à-dire en utilisant la table de semi-pointage, en plus des gains énormes de temps et la certitude de précision et d'interchangeabilité, on évite les inconvénients suivants :

— Dans le cas de travail au tracé (2e cas), obligation d'utiliser de très bons ouvriers professionnels comme aléseurs et impossibilité d'obtenir l'interchangeabilité.

— Dans le cas de montages (3e cas) difficulté de stockage, temps perdu en recherches d'outillage et en entretien, mauvaise visibilité pendant l'exécution des différentes opérations, difficulté d'évacuation des copeaux pouvant provoquer, dans certains cas, des rebuts. Gros inconvénient du changement des différentes bagues et cheminées dont le rangement et la remise en place, en plus du temps perdu, peuvent provoquer des erreurs. Nous croyons utile également de signaler que dans le cas d'utilisation de ces montages, il est indispensable d'exécuter en une seule fois tous les travaux à effectuer sur une même ligne, c'est-à-dire sans déplacer l'axe de la broche de la radiale (c'est pourquoi d'ailleurs il est souvent nécessaire que ces machines possèdent un dispositif spécial de blocage permettant le monte et baisse du bras, l'axe de la broche restant inchangé). Par contre, dans le cas de la table de semi-pointage, il est possible de prévoir une gamme par opération, c'est-à-dire que l'on peut, par exemple, dans le cas de l'exécution de plusieurs alésages à la même cote, effectuer toutes les passes de dégrossissage et ensuite toutes les passes de finition, solution qui fait évidemment gagner du temps grâce à la suppression des réglages et des démontages d'outils. Enfin, dans ce troisième cas d'utilisation de montages, il est impossible d'effectuer des contrôles et des mesures en cours de travail, alors que dans le cas de cette table **G.S.P.** il est prévu deux boutons « répétition » qui permettent de dégager la pièce de l'outil afin d'examiner le travail, de prendre des mesures, puis, par déplacement rapide, de revenir très exactement à la position première.

Ce rapide aperçu des possibilités de cette table de semi-pointage permet d'espérer que son utilisation, dès maintenant possible, doit fortement contribuer à la réduction des prix de revient et à l'amélioration de la qualité, ce dispositif ayant son emploi dans toutes les usines exécutant des travaux de perçage et d'alésage à l'unité, ainsi qu'en petite et moyenne séries.

R. T.

Utilisation du Kovar comme support de carbure [1]

Le Kovar est un alliage fer-nickel-cobalt qui fut originellement créé pour réaliser des joints hermétiques métal-verre. Son coefficient de dilatation est, en effet, très voisin de celui du verre dur. Or il se trouve qu'il se rapproche beaucoup de celui des carbures métalliques même aux températures de brasage qui sont de l'ordre de 700 à 800° C, ce qui lui ouvre le champ à de nouvelles applications.

Il est en effet connu que le coefficient de dilatation de l'acier est très différent de celui des carbures comme le montre la figure 1. Sur cette même figure on remarquera que celui du Kovar s'en rapproche beaucoup même aux hautes températures et que les deux se confondent pratiquement dans des limites de 0 à 450° C. Or, dans beaucoup d'applications telles que poinçons et matrices de découpage et d'emboutissage, filières d'étirage, etc... les carbures fragiles sont réunis par brasage à des supports en acier. De la différence de dilatation des deux matériaux il résultait souvent, au refroidissement, des craquelures sur les carbures plus fragiles et la perte de l'outillage. L'emploi du Kovar comme support minimise considérablement cet inconvénient.

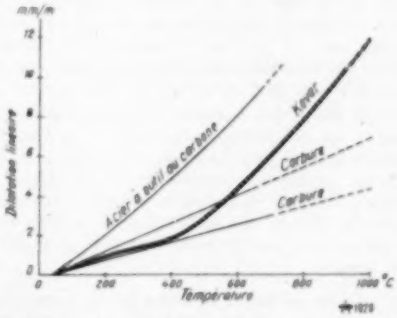


FIG. 1. — Dilatations linéaires des carbures et du *Kovar* à diverses températures.

Le Kovar s'usine aussi facilement qu'un acier carbone demi-dur et n'est pas sujet aux variations de volume qui accompagnent les points de transformation des aciers.

(1) *The Machinist*, 12 novembre 1949.

METALLURGIE

Possibilités et limites du frittage [1]

Il n'est pas possible de formuler des règles rigoureuses tenant compte de tous les facteurs qui entrent en jeu au cours du frittage ; mais on peut donner des indications générales sur la manière dont doivent être conçues les pièces qui seront fabriquées par cette méthode. Tel est l'objet du présent article.

La fabrication de pièces par frittage est rarement payante pour des séries inférieures à 25 000. Les pièces qui se prêtent à cette fabrication peuvent être groupées en quatre catégories : mécaniques, électriques, structurales et spéciales.

Les pièces mécaniques telles que cames, engrenages, bagues lisses ou à rotule pour paliers sont bien adaptées au procédé du fait surtout que celui-ci permet de réaliser économiquement des formes difficiles à obtenir par usinage ou forgeage. La densité de ces pièces varie de 5 à 6,7 environ pour les métaux ferreux ; l'écart est plus grand encore pour les métaux non ferreux de sorte que les pièces frittées sont toujours sensiblement plus légères que celles fabriquées à partir du métal compact. Par contre, elles peuvent, du fait de leur porosité, être imprégnées d'huile ou chargées de graphite qui les rendent auto-lubrifiantes.

Les pièces pour appareillage électrique, à base de bronze, laiton et cuivre pur, ont de bonnes propriétés du point de vue électrique et sont, dans beaucoup de cas, considérablement moins chères que les pièces correspondantes forgées ou estampées. Fabriquées en cuivre pur, elles ont une conductibilité de l'ordre de 85 pour cent de celle des tôles commerciales recuites et elles sont en général plus réfractaires au collage. Des matériaux abrasifs, tels que le talc ou la poudre d'oxyde d'alumine peuvent être incorporés aux pièces de contact ou magnétiques utilisées pour le courant continu. Leur emploi est limité pour les courants alternatifs par suite des fortes pertes par courants de Foucault.

Les pièces structurales telles que cales, supports, boîtiers, ont les mêmes avantages et applications que les pièces mécaniques. Les pièces spéciales, enfin, telles que filtres, catalyseurs, ornements et médaillons sont frittées soit parce que leur micro-porosité les rend précieuses pour le filtrage des gaz et fluides, soit parce que le procédé permet une reproduction plus fine des détails que la frappe.

La plus grande partie des pièces frittées est fabriquée à partir de poudres d'acier, fonte, cuivre, laiton ou maillechort. Un certain nombre de poudres types figure sur le tableau I avec, en regard de chacune, les propriétés physiques résultant d'essais faits sur des éprouvettes fabriquées avec celles-ci. Les résistances indiquées sont des moyennes et il ne faut pas perdre de vue le fait que la résistance d'une pièce frittée dépend de sa densité et ainsi que du temps et de la température de frittage.

Le facteur dont dépendent en premier lieu les qualités de la pièce est la pression de moulage. A des pressions supérieures à 7 tonnes par cm² la densité des pièces frittées se rapproche beaucoup de celle des pièces forgées. Il résulte de ces pressions une très forte fatigue des matrices et poinçons de frittage dont on doit tenir compte dans leur construction.

Les caractéristiques d'écoulement des poudres métalliques sont aussi un important facteur de la conception des moules. La plupart des poudres « coulent » très peu lors de leur compression, particulièrement dans le sens horizontal et autour d'arêtes vives. Les mouvements dans le sens de la pression résultent presque exclusivement de la compression. Surtout si l'espace entre le poinçon et la matrice est long et étroit on ne peut espérer une compression uniforme. Le frottement le long des parois absorbe, en effet, une très grande partie de la pression disponible n'en laissant que très peu pour la compression proprement dite : au fond de la cavité en cas de poinçon unique, et au milieu si deux poinçons se déplacent à la rencontre l'un de l'autre. De forts chambrages peuvent aussi causer un accrochage de la poudre et une diminution de densité. Des coquilles ouvertes ou des pièces présentant de fortes différences d'épaisseur peuvent être extraites déformées du fait des tensions intérieures résultant des différences de compression. Il y a lieu de tenir compte de ces inconvénients dans la conception des pièces destinées à être fabriquées par frittage.

Conception des pièces

Bien qu'il soit difficile de formuler des règles absolues tenant compte de toutes les variables qui entrent en jeu dans la fabrication par frittage, les indications suivantes peuvent servir de guide pour le tracé des pièces frittées.

(1) *The Machinist*, 21 septembre 1949.
Voir, à propos du frittage, *La Technique Moderne*, t. XXXVIII, n° 5-6 (1er-15 mars 1946) p. 32 et n° 7-8 (1er-15 avril 1946) p. 65.

Dimensions

Du fait des différences de compression dans le moule, la composition de la poudre et la grosseur des grains ont un effet plus important dans les grosses pièces que dans les petites. La plupart des pièces fabriquées par frittage ne mesurent, de ce fait, pas plus de 75 mm en largeur ou diamètre et 50 mm en longueur. Les grosses pièces sont en général moins denses que les petites, de sorte que le retrait et la distortion sont plus importants comme l'indique la figure 1. Il y a cependant des exceptions à cette règle : des filtres et coussinets de faible densité de 550 mm ont pu être obtenus par frittage et ce procédé a permis de descendre à des dimensions de l'ordre de 0,8 mm.

Tableau I. — Propriétés physiques d'éprouvettes frittées

Métal	Porosité %	Limite élastique (kg/mm²)	Charge de rupture à la traction (kg/mm²)	Allongem. %	Densité	Utilisations.
Bronze Cu Sn	27	7,7	10,7			Paliers antigrippant et résistant à la corrosion.
90 10	18	13	24,5			Remplace le bronze dans les mécanismes bon marché.
Fer (sans carbone)	30	9	18			Coussinets pour mouvements à faible vitesse.
	20	17	36			
Fer (2 % de carbone)	25	28	42			Engrenages à fine denture peu chargés pour horlogerie.
Fer au cuivre	28	21	38,5			
	20	31	51			Engrenages plus chargés.
	6	52	99			Engrenages très chargés.
Laitons : Cu. Zn. P.						
70 30		25		14	7,92	Porte charbons.
70 30 0,3		25		48	7,92	Pièces d'ornement.
85 15		26		15	8,24	
90 10		22,5		14	8,36	
90 10 0,5		22,5		34	7,99	

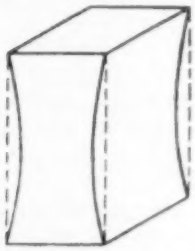


Fig. 1 — Les grosses pièces ont une plus forte tendance au retrait et à la déformation.

Forme

La forme idéale a la section d'une barre ou d'un tube filé de profil régulier ou irrégulier. Des variations brusques d'épaisseur dans le sens de la pression doivent être évitées. Les pièces irrégulières doivent être conçues de telle sorte qu'une seule extrémité, le fond de préférence, comporte des trous, chambrages, nervures ou bossages, comme l'illustre la figure 2.

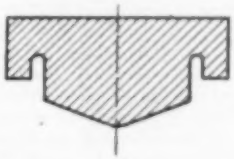


Fig. 2 — Les formes tourmentées doivent être localisées à une seule extrémité de la pièce.

Pratiquement, toutes les formes qui peuvent être pratiquées sur l'outillage peuvent être obtenues par frittage. Les formes sphériques sont difficiles à obtenir à moins de les prévoir avec un rebord destiné à empêcher le contact des deux arêtes du moule (fig. 3).

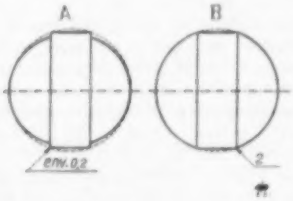


Fig. 3 — Deux façons de dessiner une sphère ; celle de gauche est préférable. 1, Plat de 0,2 environ à l'extrémité de l'outil. — 2, Extrémité de l'outil à angle très aigu.

Proportions

Le tableau ci-après donne les proportions maxima de longueur à diamètre qui assurent le minimum de rebuts et le plus faible prix de revient dans le cas de moulage normal (déplacement vertical du poinçon dans le sens de l'axe).

Diamètre (mm)	Longueur (mm)
3	12
6	18
12	24
18	36
24	48

Ces relations ne sont pas valables en cas de pressage horizontal.

Tolérances

Les variations dans les dimensions finales d'un produit fritté résultent des tolérances d'exécution de l'outillage et des déformations de celui-ci durant l'opération. Ces dernières peuvent être estimées, particulièrement la dilatation, et on peut en tenir compte, dans une certaine mesure, lors de l'exécution de l'outillage. Par ailleurs, on peut admettre, que plus les pièces sont symétriques plus les tolérances obtenues sont serrées. Pour les pièces cylindriques, celles indiquées ci-après sont commercialement respectées :

Diamètre (mm)	Tolérance
12	± 0,012
18	± 0,02
24	± 0,025

Les proportions du diamètre aux tolérances sont du même ordre pour les pièces de plus fortes dimensions. La marge des tolérances est de 2 à 3 fois plus grande dans le sens de la pression que dans le sens perpendiculaire à celle-ci et dépend du métal fritté et des dimensions de la pièce. Ces tolérances peuvent être réduites, par une opération subséquente de frappe, à ± 0,0025, mais au prix d'une dépense supplémentaire.

Epaisseur des parois

Il est difficile d'obtenir un remplissage uniforme de la matrice dans les parties étroites et profondes. L'épaisseur minimum est donc en relation avec la profondeur, et ne doit pas, en principe, être intérieure à 1 mm. Les relations entre les deux dimensions s'établissent comme suit aux environs de l'épaisseur minimum :

Epaisseur des parois (mm)	Profondeur (mm)
0,8	6
1,1	12
1,3	18
1,6	24

Dépouille

Peu ou pas de dépouille est nécessaire dans les parties droites et symétriques. Dans les pièces comportant un flasque ou rebord, comme celle de la figure 4, une dépouille est prévue sur ce dernier pour faciliter son

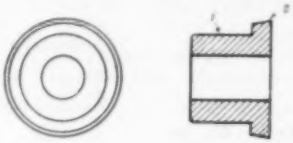


Fig. 4. — Une dépouille est nécessaire sur les rebords pour éviter leur rupture à l'éjection. 1. Pas de dépouille. — 2. Dépouille.

éjection sans crainte de le rompre. Les gorges ou adents formés par le poinçon supérieur doivent comporter une légère dépouille ; 0,025 mm suffit amplement dans la plupart des cas.

Chanfreins

En principe, aucun chanfrein n'est nécessaire sur les arêtes extérieures des pièces sauf si l'exécution d'une arête vive nécessite un bord aigu du poinçon d'où peut résulter l'écaillage de celui-ci. D'ailleurs, ces chanfreins, assez faciles à exécuter sur des poinçons de révolution, sont difficiles à obtenir sur des poinçons d'autres formes et sont pratiquement inexécutables en cas de formes très irrégulières. Les angles arrondis sont encore plus difficiles à obtenir. Si des chanfreins sont absolument nécessaires au fonctionnement de la pièce, un léger plat doit être prévu, comme l'indique la figure 5.

Fig. 5. — Les tranches des trous doivent être chanfreinées à 45°. Si un chanfrein est nécessaire à l'extérieur, il doit s'appuyer sur un léger plat pour éviter les angles vifs à l'outil. 1. Chanfrein à 45° à la tranche des trous. — 2. Plat de 0,1 à 0,2 à la base des chanfreins extérieurs.

Par contre, des chanfreins sur la tranche d'un trou sont désirables ; ceux-ci doivent être, de préférence, à 45°.

Dégagements

Les angles vifs au raccordement des flasques ou rebords doivent être évités ; au cas où les pièces

Fig. 6. — Un dégagement est nécessaire sur les pièces devant être calibrées par frappe, un rayon sur les autres. 1. Dégagement de 0,1 à 0,2. — 2. Rayon de 0,3.

doivent être utilisées telles que sorties du moule, un rayon de 0,3 mm doit être prévu. Dans le cas où le

rebord doit être calibré par frappe, il y a lieu de prévoir un dégagement de l'ordre de 0,1 à 0.2 mm qui permet à l'outil de calibrage de buter et de former un angle vif. Ces conditions sont illustrées par la figure 6.

Nervures

En principe, les nervures doivent être évitées sur les pièces frittées ; elles ne facilitent pas l'écoulement du métal, demandent plus de matière et sont souvent causes de différences de densité au cœur de la pièce. Cependant, elles sont nécessaires dans certains cas, par exemple lorsque la pièce frittée doit servir de moule pour d'autres pièces dont la nervure constitue la contre-partie. Les nécessités du frittage elles-mêmes peuvent l'imposer ;

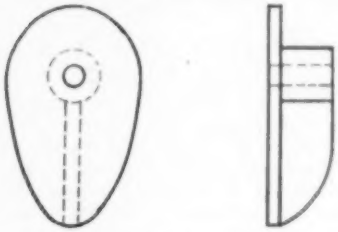


Fig. 7. — Les parties longues en porte-à-faux doivent être renforcées par des nervures ; celles-ci ne sont pas recommandées dans les autres cas.

par exemple une pièce avec une longue partie en porte-à-faux, telle que celle de la figure 7, ne pourrait être éjectée sans bris si elle n'était nervurée. Dans d'autres

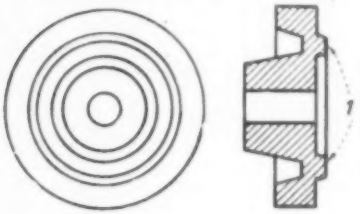


Fig. 8. — Un nervurage est utilisé pour égaliser les épaisseurs et minimiser les différences de densité dans les pièces d'épaisseurs très irrégulières.

cas, comme celui de la figure 8, une nervure est nécessaire pour égaliser les épaisseurs et éviter les zones de trop forte densité.

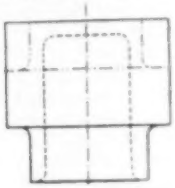


Fig. 9. — Un bossage d'un seul côté simplifie considérablement le moulage.

Bossages

Les pièces comportant des bossages faisant saillie dans deux directions sont difficiles à exécuter si la pièce est percée de part en part. Dans ce cas (fig. 9) le diamètre extérieur maximum peut être prolongé d'un côté et le trou exécuté borgne sans difficulté à condition de le prévoir chanfreiné à la tranche et au fond. Une opération de reprise simple donne à la pièce la forme désirée.

Filetages

Les gorges circulaires et les filetages ne peuvent être prévus du fait qu'ils s'opposent à l'éjection. Ils peuvent être exécutés en reprise par enlèvement de métal ou roulage.

Trous

Les trous peuvent être réservés seulement dans la direction du déplacement du poinçon. Ils sont formés par des tiges fixées dans la partie inférieure de l'outillage et s'engageant dans la partie supérieure de celui-ci. Si ces tiges sont longues et minces elles peuvent fléchir transversalement sous l'effet de la pression.

Contre-perçages

Les angles vifs doivent être évités ; s'ils sont nécessaires, un dégagement de 0,02 à 0,03 doit être prévu surtout si la pièce est calibrée après coup. Ce dégagement reçoit l'excès de métal refoulé lors de la frappe

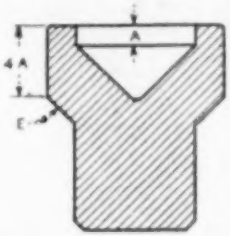


Fig. 10. — Proportions minimisant la résistance à l'écoulement de la poudre.

et permet de réaliser l'angle vif. Les pièces comportant un contre-perçage et une partie conique extérieure doivent être proportionnées comme l'indique la figure 10, sous peine d'une section de forte densité en *E*. L'exécution d'une autre forme de pièce contre-percée est illustrée par la figure 11.

Rainures

Des rainures circulaires dans le sens perpendiculaire au déplacement des poinçons ne peuvent être exécutées. Par contre, toutes espèces de rainures dans ce même sens sont réalisables. Les rainures à queue d'hironde doivent comporter un léger plat dans les angles pour éliminer les arêtes vives sur le poinçon. Des rainures de bout en bout sur les pièces longues sont à éviter si les parois sont minces sous peine de déformation par suite des différences de densités. Il est difficile d'in-

diquer les proportions relatives des rainures et des trous par rapport à la longueur des pièces, du fait qu'elles dépendent de la matière utilisée ainsi que du processus

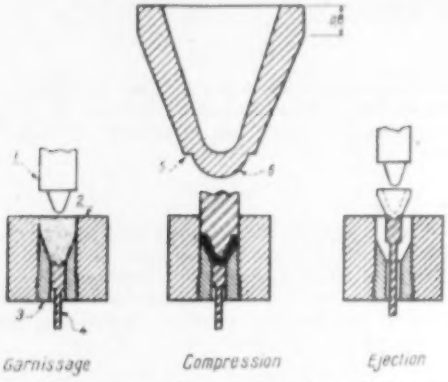


Fig. 11. — Le poinçon supérieur comprime la poudre latéralement.
1, Poinçon supérieur. — 2, Matrice. — 3, Fond de moule ajustable. — 4, Poinçon inférieur. — 5, Plat de 0,15. — 6, Demi sphère.

de fabrication. Il suffira d'indiquer que la rainure sur la pièce de la figure 12 est exécutée à ses dimensions sans opération subséquente.

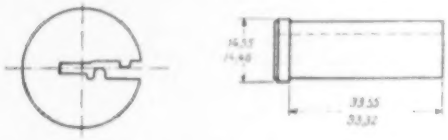


Fig. 12. — Des pièces de ce genre peuvent être obtenues sans distorsions prohibitives.

Pièces insérées

Il faut éviter autant que possible les pièces insérées parce qu'elles doivent, ou être placées à la main dans le moule avant le remplissage ou être montées sur un poinçon spécial qui les relâche au bas de sa course. Si elles sont absolument indispensables, elles doivent être filetées, entaillées ou moletées de façon à ne pas se détacher en service. Dans bien des cas, on a dû y renoncer et redessiner les pièces de façon à ce qu'elles fassent partie intégrante de celles-ci.

Sections nervurées

Des nervures importantes sont quelquefois nécessaires à l'extérieur des pièces, soit pour fournir une surface additionnelle de refroidissement, comme dans les tubes de radio, soit pour localiser les pièces dans un mécanisme, soit pour servir de point de pivotement ou pour toute autre raison. Elles peuvent être ou non de l'épaisseur des parois mais l'exécution de ce genre de pièces

Fig. 13. — Le nervurage peut être une méthode d'élimination des indésirables insertions.

constitue un problème délicat et le fabricant de moules doit être consulté lors de leur élaboration. La figure 13 représente une de ces pièces.

Marquage

Des inscriptions en relief ou en creux peuvent être formées indifféremment sur le dessus ou le fond des pièces. Dans les deux cas, les lettres ou chiffres doivent

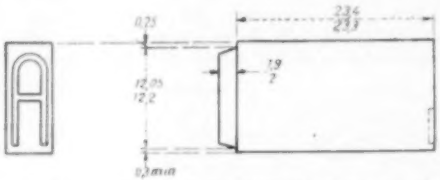


Fig. 14. — Le moulage de caractères en creux ou relief se fait sans difficulté.

être largement dépouillés pour assurer leur démoulage. Comme l'indique la figure 14, les lettres ne doivent pas atteindre le bord de la pièce.

Fini de surface

Le fini de la pièce dépend étroitement de celui du moule et est souvent supérieur à celui d'une surface rectifiée. Comme des rainures ou moletages ne peuvent être pratiquées sur la surface des pièces, il semble que cela les rend impropres à être insérées dans des moulages en matières plastiques. Il n'en est rien car leur porosité suffit à assurer leur adhérence.

Opérations subséquentes

Bien qu'une des principales caractéristiques du frittage soit de produire des pièces de formes compliquées pouvant être utilisées telles que sorties du moule, il est quelquefois nécessaire de pratiquer sur celles-ci des

opérations additionnelles telles qu'usinage, frappe, trempe ou dépôt galvanoplastique. Ces opérations sont définies ci-après.

Usinage

Les fers au cuivre et le bronze mécanique sont les plus faciles à usiner. Les laitons sont usinables dans la mesure du soin apporté à la métallurgie des poudres. Des outils-carbure tranchants donnent les meilleurs résultats, de préférence avec arrosage.

Frappe

Tous les métaux frittés peuvent être frappés mais les fers au cuivre et les pièces formées de poudres d'acier alliés sont les plus réfractaires à cette opération.

Trempe

Quelques alliages ferreux peuvent être traités thermiquement pour une dureté des grains de 60 Rockwell C mais la lecture Rockwell habituelle ne donne pas une idée exacte de celle-ci à cause de la micro-porosité des pièces fabriquées par frittage. D'autres alliages peuvent être cémentés ou nitrurés par les méthodes courantes, généralement en moins de temps que celui nécessaire pour les pièces en métal compact. Un traitement souvent utilisé est l'oxydation des surfaces à haute température.

Revêtements

Le cadmium, le zinc, le chrome, l'argent et l'or peuvent être déposés par galvanoplastie sur les pièces frittées ; plus les pièces sont denses plus le revêtement est de bonne qualité. Cependant des précautions spéciales doivent être prises pour éliminer l'électrolyte sous peine de corrosions internes.

La coloration par des laques est souvent utilisée ; les émaux au four donnent d'excellents résultats du fait de la pénétration de l'émail dans les pores.

Conclusions

La connaissance des possibilités et limites du frittage doit conduire à l'élaboration de pièces meilleures et à meilleur prix. Il sera toujours bon de dessiner les pièces en collaboration avec le fabricant de moules dont les suggestions peuvent souvent conduire à des modifications d'où résultera une amélioration de la qualité des produits.

Cependant, on ne doit pas perdre de vue qu'il est difficile de prédire les propriétés d'une pièce d'après celles du produit qui sert à la fabriquer, du fait des tensions internes et des différences de densité dans le moulage.

J. T.

La représentation en perspective

La projection orthogonale habituelle fournit le mode de représentation le plus simple, mais elle demande souvent un gros effort pour se représenter la forme exacte de l'objet représenté. Elle exige, pour des pièces compliquées, des vues et coupes nombreuses et un travail important de la part du dessinateur.

Le meilleur remède serait d'employer la perspective qui représente l'objet tel qu'on le voit, permet de comprendre aisément comment les différentes parties s'assemblent, et quelles sont les surfaces à usiner.

Mais la perspective a plusieurs inconvénients, dont les principaux sont la difficulté de coter, et la difficulté du dessin en perspective.

La première est facilement résolue en joignant à la perspective les projections habituelles sur lesquelles on porte toutes les cotes et indications nécessaires.

Il est plus malaisé de vaincre la deuxième, car l'exécution d'une perspective demande un sérieux travail auquel les dessinateurs sont peu préparés.

Pour rendre ce travail facile, une firme anglaise a créé l'appareil appelé *Perspector*. Cet appareil comprend deux tables fixées à un cadre et dont l'une se déplace parallèlement à l'autre, et un pantographe double dont un bras porte une pointe et l'autre un porte-mine.

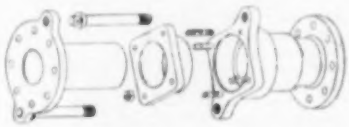


Fig. 1. — Eléments d'un joint de dilatation pour tuyauteries, dessinés avec le *Perspector*.

Lorsque l'on suit les lignes du dessin avec la pointe, le crayon les reproduit en faisant subir aux distances horizontales un raccourcissement, et en conservant leur valeur aux distances verticales. On obtient sans calcul ni difficulté une représentation de l'objet vu sous un angle que l'on peut faire varier dans certaines limites (fig. 1).

C. T.

LES MACHINES QU'IL FAUT CONNAITRE

Nous poursuivrons dans cette rubrique, au cours des prochains mois, la publication de notes techniques sur des machines et outillages récents, présentés pour la plupart aux Foires de Printemps.

LES MACHINES A RECTIFIER GENDRON

Spécialisée dans les machines à rectifier de toute nature, la **S. A. Gendron Frères** présente un de ses modèles les plus récents, dans une gamme de quatre types : la machine de production **Cymatic** 1045, répondant aux nécessités de

Fig. 1. — Machine à rectifier *Cymatic* 1045 *Gendron*.

la rectification en grande série (fig. 1). Chaque modèle convient à la rectification externe, en chariotage ou en plongée, de toutes pièces cylindriques ou coniques montées entre pointes.

La **Cymatic** 1045 permet l'emploi d'une main d'œuvre spécialisée, mais sans qualification exceptionnelle. Les commandes, rassemblées à l'avant, à portée de l'opérateur debout ou assis, permettent de la faire fonctionner en chariotage normal ou louvoyant, en plongée à la main ou par pédale, en cycle automatique contrôlé par une minuterie électrique. Le contrôle ordinaire de la cote est facile, soit par les procédés classiques, soit par autocalibrage des pièces par dispositifs pneumatiques ou électroniques.

Parmi ses caractéristiques, on note un encombrement au sol de 1 350 x 1 100 mm pour un poids total de 2 600 kg. Sa **capacité** en diamètre maximum admis est de 125 mm, pour une entrepointe atteignant 450 mm. La **meule** a un diamètre de 406 mm et une largeur standard de 25,4 mm pouvant être portée sur demande à 52 ou 76 mm, et peut tourner à deux vitesses différentes. L'avance lente en plongée va de 0 à 1,5 mm et l'avance à chaque inversion de la table de 0,002 à 0,04 mm. La **table** a un pivotement maximum de 10° et une gamme de vitesses infiniment variable de 0 à 5 000 mm/mn. La **poupée porte-pièces**, avec cône Morse n° 3, a quatre vitesses, de 125 à 800 t/mn. **Cinq moteurs** : un de 3 ch entraînant la meule, un de 1/6 ou 1/4 ch pour l'entraînement des deux vitesses de la pièce, 1 ch pour la commande hydraulique, 1/4 de ch pour la pompe d'arrosage (capacité des bacs : 60 + 23 litres) et 1/6 de ch pour le groupe de pompage (paliers fluides).

Le bâti est en fonte de dureté Brinell 220-230 et renferme tous les organes hydrauliques, mécaniques, électriques ou électroniques. La **commande hydraulique** comprend deux circuits alimentés par deux pompes indépendantes à pignons hélicoïdaux noyées dans un bac de 75 litres. Le circuit haute pression commande l'approche rapide de la meule et les translations de la table. Le circuit basse pression alimente les servo-commandes, le cylindre d'avance lente en plongée et d'avance intermittente en chariotage et le rattrapage de jeu. Il assure aussi le graissage central des glissières par l'intermédiaire d'une valve à très basse pression.

Comme le moteur et les pompes de mouvement, l'**électropompe d'arrosage** est suspendue pour éviter au bâti la transmission de vibrations, même faibles. Le liquide est épuré par un filtre magnétique avant admission à la buse de distribution. Le liquide récupéré descend dans le bac de décantation de 23 litres qui retient la majeure partie des déchets métalliques ou abrasifs. La mitoyenneté des deux bacs assure un refroidissement efficace.

La **broche porte-meule** en acier nitruré est rectifiée et superfinie. Elle tourne dans deux paliers fluides (licence Gérard) alimentés par une pompe indépendante avec filtre-bougie poreux. Un surpresseur élimine toute possibilité de « collage » en assurant le soulèvement de la broche avant démarrage. La meule est montée sur moyeux à masselottes d'équilibrage et alésage conique permettant un centrage parfait et un démontage rapide.

La **poupée porte-meule** est guidée par deux glissières rectilignes de grande surface, et son poids est réparti de façon uniforme sur la glissière plane et sur la glissière prismatique disposées pour absorber les poussées latérales. La correction du graissage continu sous pression des glissières est indiquée par un voyant lumineux.

Le **piston de plongée à effet différentiel** commande l'approche rapide de la meule et un système spécial breveté élimine les jeux et permet le diamantage en position « **recul** ».

Le mécanisme de commande micrométrique sert aussi bien pour l'avance à main que pour l'avance automatique à chaque inversion de table. Un accélérateur spécial réduit les temps morts lorsque la surépaisseur à enlever est inférieure à celle correspondant au réglage moyen. Le dispositif d'avance intermittente en chariotant est intégralement hydraulique, surclassant les systèmes à cliquet et permettant un réglage continu de la prise de passe.

La **table coulissante** porte sur toute sa longueur sur deux glissières lubrifiées sous pression. Ses translations peuvent être commandées, soit par volant démultiplié à main, soit hydrauliquement. Une course minimum de 3 mm remplace les dispositifs anciens de louvoiement de meule.

L'entraînement de la pièce est assuré, entre pointes fixes, par plateau pousse-toc, le graissage de l'arbre intermédiaire étant assuré par bain d'huile à niveau visible. La poupée porte un moteur indépendant à rotor équilibré et la mise en toute est assurée automatiquement à chaque plongée de la meule. Au recul, un électro-aimant actionne le frein d'arrêt rapide de la pièce.

La **contre-poupée** comporte une pointe à dégagement hydraulique commandé par pédale ou lié au cycle automatique. Un graissage constant et une étanchéité totale suppriment toute intrusion d'abrasif et réduisent l'usure du fourreau de contre-pointe. Le porte-diamant à réglage micrométrique est intégré à la contre-poupée et spécialement conçu pour le diamantage de la meule en position « recul ».

La **commande de table** comprend deux cylindres moteurs indépendants. Le robinet d'inversion commande un tiroir-pilote qui envoie l'huile sous pression alternativement à chacun des cylindres. Un levier présélecteur évite tout déréglage lors du passage de la vitesse de travail à la vitesse de diamantage.

Les **contacteurs et commutateurs** sont groupés à droite du tablier, et l'interrupteur général contrôle le transformateur sous 24 volts alimentant les télé-commandes. Trois voyants lumineux signalent : **a)** le bon fonctionnement du graissage des glissières, **b)** la mise en circuit de la minuterie (temps de planage réglable entre 1/10 de seconde et 9 minutes), **c)** la mise en circuit du palpeur.

La machine à rectifier **Cymatic** 1045 est livrée avec son équipement électrique complet, chaque moteur étant contrôlé par un ou deux contacteurs protégés par disjoncteur magnéto-thermique et télécommandés sous 24 V. Le compartiment renfermant le tableau contient éventuellement l'amplificateur du dispositif électronique d'auto-calibrage **Stop Cote**, licence Buisson.

Parmi les autres fabrications des Etablissements **Gendron**, signalons également les machines à rectifier les cylindres de laminoirs, équipées, elles aussi, avec les « paliers fluides licence Gérard ». La précision absolue exigée dans ce travail délicat est en opposition avec le poids considérable des pièces traitées et de l'appareillage nécessaire. De plus, la plupart des cylindres doivent présenter un bombé et certains un creux, la concavité ou la convexité restant faible, puisque la flèche est en général de l'ordre de quelques centièmes de millimètre. Le point critique réside donc dans la rigidité de la broche porte-meule et dans l'absence de jeu dans les paliers.

Gendron présente cinq modèles de rectifieuses pour cylindres de laminoirs admettant de 250 à 550 mm de diamètre pour des longueurs de 1 000 à 2 500 mm et des poids unitaires de cylindres allant de 400 à 1 200 kg.

L'application par Gendron de **paliers fluides** aux arbres porte-meules donne une solution élégante et de poids minime. On connaît le principe du palier fluide dans lequel, en aucun cas, le frottement **sec sur sec** ne se produit. La figure 2 le schématise. Les gicleurs **A** qui débouchent dans les chambres sont alimentés en parallèle par un fluide sous pression (qui peut être de l'eau, de l'huile, du pétrole, ou même un gaz, puisque les propriétés lubrifiantes ne jouent aucun rôle). Les rainures sont réunies à une canalisation d'échappement qui ramène au réservoir le fluide qui s'échappe des chambres. Si l'arbre, sous l'action d'une force extérieure, s'excentre et se rapproche d'une de ces chambres, la section de fuite offerte au fluide se trouve réduite et la pression monte, alors qu'elle diminue dans les chambres dont l'arbre s'éloigne. L'arbre est donc sollicité par le fluide qui le porte, par une force directement opposée à l'effort extérieur exercé. Avec une pression convenablement choisie l'arbre sera donc auto-centreur. La combinaison de deux paliers fluides sur l'arbre porte-meule, l'un

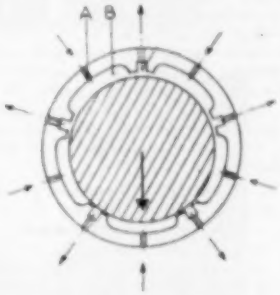


Fig. 2. — Schéma du « palier fluide » pour machines à rectifier *Gendron*, licence Gérard.

permettant un déplacement radial, l'autre servant de pivot, et d'un palpeur à distance sur gabarit, permettra donc l'exécution d'un profil concave ou convexe.

D. Y. G.

PERCEUSE-ALÉSEUSE RAPIDE ROCHELET LAVERGNE

La nouvelle perceuse aléseuse rapide MP. 25 construite par les **Etablissements Rochelet, Lavergne & Cie**, présente une série de perfectionnements, en particulier (fig. 1) :

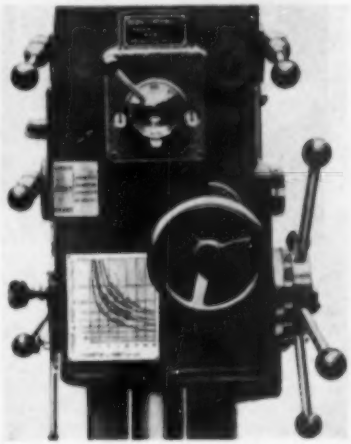


Fig. 1. — Perceuse-aléseuse *Rochelet-Lavergne*, type *MP 25*.

— Disposition groupée des leviers commandant, soit la rotation de la broche avec renversements de marche instantanée (taraudages) soit la descente automatique ou à main, soit le changement des vitesses de broche ou le choix des avances d'outil.

— Automaticité de toutes ces commandes, dont le sens de manœuvre apparaît clairement, surtout pour la sélection des vitesses de broche.

A. G.

PROTECTEUR POUR PRESSES

Parmi les dispositifs de garde parfaitement appropriés à la protection des opérateurs de presses, cisailles et autres machines dangereuses, le dispositif photo-électrique est le plus récent et le plus simple. Le montage mis au point par **Radiovisor Parent Ltd** s'applique à tous les modèles de presses, de guillotines, grugeoirs, etc, à commande hydraulique ou mécanique avec embrayage hydraulique ou pneumatique, et peut également être adapté aux presses à moteur, auxquelles on adjoint un dispositif d'embrayage commandé électriquement.

On objecte aux dispositifs photo-électriques leur manque de sécurité en cas d'incident au projecteur ou à la cellule. Ce n'est pas le cas du **Radiovisor**, car une avarie au dispositif de protection coupe l'alimentation de toute la machine. De plus, un voyant rouge signale en permanence que le dispositif est un circuit et que la presse est prête à fonctionner.

Fig. 1. — Presse *Daple Motor Bodies Ltd* équipée d'un *Radiovisor*. *a*, Colonne portant les cellules. — *b*, Colonne des projecteurs surmontée du voyant lumineux, dont deux faces sont visibles. *c*, Relais de commande de l'embrayage.

La particularité intéressante du Radiovisor réside dans le fait qu'il n'y a pas un faisceau unique projecteur-cellule, comme on en connaît dans les mille applications de ce procédé : ouverture de portes, comptage de pièces, etc, mais une véritable barrière, un rideau de lumière, couvrant, avec une grande marge de sécurité, les points noirs qui subsistent avec le projecteur et la cellule unique. D'autre part, l'épaisseur de la tôle qu'on présente à la coupe est insuffisante pour agir sur les faisceaux multiples. Sur la droite de la presse, une colonne diffuse plusieurs sources de lumière à travers un jeu de lentilles, qui peut varier suivant la hauteur du rideau lumineux qu'on veut tendre.

De l'autre côté, le pilier récepteur possède des lentilles qui concentrent les rayons reçus sur des cellules photo-électriques commandant des relais qui restent en circuit tant que nulle partie du corps de l'ouvrier n'interrompt un faisceau. Dès que l'opérateur entre dans la zone dangereuse, la cellule agit sur le relais qui coupe le circuit et stoppe la machine. La disposition optique adoptée offre aussi l'avantage de ne pas subir l'influence de sources lumineuses extérieures : allumage de l'éclairage de l'atelier, variations de l'éclairage diurne : rayons du soleil ou passage de nuages, etc...

La liaison des relais avec l'embrayage peut s'appliquer à toutes les marques de machines et l'ensemble des commandes est enfermé sous carter. L'alimentation du dispositif de sécurité passe par l'interrupteur général, si bien que, lorsque la machine n'est pas en service, l'ensemble projecteur-cellule est hors circuit et le voyant lumineux est éteint, signalant ainsi que la machine, comme la protection, sont inertes.

D. Y. G.

LES SCIES ALTERNATIVES S. A. O. C. M.

La société **S.A.O.C.M.** a dans son programme de fabrication trois modèles de scies alternatives à métaux (fig. 1) :

S. 15 : Capacité 150 mm ; **S. 25** : Capacité 250 mm ; **S 36 N**. Capacité 360 mm.

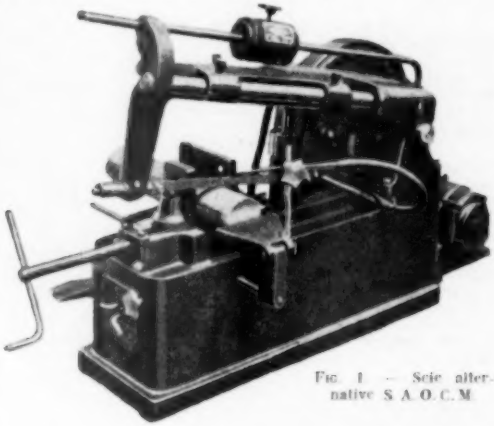


Fig. 1. — Scie alternative S. A. O. C. M.

Le guidage du porte-lame a été tout particulièrement étudié pour assurer le maintien de la rectitude des coupes. Un sélecteur hydraulique breveté permet l'approche rapide de la lame jusqu'à la pièce à scier, puis l'immobilise pendant la mesure de longueur, et enfin la dégage au retour du sciage.

Chaque machine possède plusieurs vitesses de coupe et le moteur s'arrête après chaque tronçonnage. Les coupes à onglet sont obtenues en orientant les mors de l'étau et la butée effaçable évite la rupture de la lame.

Les modèles **S. 25** et **S. 36 N** admettant des lames de longueur variables sont protégées par un limiteur d'effort en cas de fausse manœuvre. Toutes ces machines sont silencieuses et bien équilibrées.

A. G.

Tous aciers
de construction
et d'outillage.
ALLIAGES LÉGERS
LAITON - CUIVRE
SOUDO-BRASURE
ÉLYSÉES
49-60
(6 lignes)
CREUSOLOR
SOCIÉTÉ DE VENTE DES ACIERS FINS ET SPÉCIAUX DES
ÉTABLISSEMENTS SCHNEIDER ET DES ACIÉRIES DE LONGWY
SIÈGE SOCIAL : 39, AVENUE FRIEDLAND - PARIS 8e
DÉPOTS - BORDEAUX - GENNEVILLIERS - LILLE - LYON
SAINT-ÉTIENNE - STRASBOURG
AGENCES - MARSEILLE - METZ - NANTES - TOULOUSE

VARIATEURS DE VITESSE
P. I. V
Commandes pour
toutes Machines de production
et toutes transmissions.
Réalisations entièrement mécaniques
Positives — Haut rendement
Variations infiniment progressives
Commande monobloc présélective de tours et toutes machines-outils
Siège : Sté. P. I. V., 18, quai de Retz, LYON
Franklin 79-29
Bureau : 58, avenue du Roule, NEUILLY (Seine) - Maillot 45-91

ÉTABLISSEMENTS
ROLLET & Cie
S. A.
CAPITAL 2.000.000
MACHINES A
TAILLER LES
ENGRENAGES
APPAREILS A
VÉRIFIER LES
ENGRENAGES
SIÈGE SOCIAL : 64, rue de la Folie-Méricourt. Tél. ROQ 80-42
ATELIERS : 27, rue Trousseau, PARIS-XIe Tél. VOL 03-60
USINE à VENDOME (L.-&-C.), rue du 20e-Chasseurs. Tél. 3-45

Utilisez nos calibres
à mâchoires réglables
dont l'économie vous surprendra
et la précision vous donnera satisfaction
G. B. G.
30, Rue Eugène-Caron, COURBEVOIE - Tél. : DEF. 17-26
(Anciens Etablissements GAUBAN)

Bibliographie *(suite)*

Mécanique appliquée des systèmes matériels rigides et des systèmes déformations (Exercices numériques en vue des applications industrielles), par A. Tenot, Ingénieur A. et M., Docteur ès sciences, Lauréat de l'Institut. Préface de A. Lamothe, Ingénieur général des Industries navales. Tome IV (première partie) : Mécanique des systèmes en mouvement relatif. 432 pages (14×22), avec 179 figures. Prix : 1.200 fr. Dunod, éditeur.

Les principes de la mécanique sont simples et en petit nombre, surtout si on se limite aux principes utiles, à ceux que l'on met en œuvre pour résoudre les problèmes qui se posent dans la pratique et ceux-là seulement. Par contre, la mise en œuvre des principes présente quelques difficultés et demande à être enseignée.

On comprend, dès lors, que M. Tenot consacre une très large part aux problèmes ou exercices.

En dehors de quelques exercices d'application directe, la presque totalité des problèmes exposés et méthodiquement résolus dans l'ouvrage de M. Tenot sont des problèmes concrets et réels.

La variété des domaines où ces problèmes sont puisés (problèmes sur les avions, sur les moteurs dynamométriques, les ressorts, la classique machine d'Atwood, les parachutes, les locomotives, etc... etc...), maintient l'intérêt des techniciens et les initie par surcroît à un grand nombre de questions.

Rappelons les sujets traités par les cinq autres tomes (l'ouvrage complet comporte six volumes) :

Tome I : Mécanique des systèmes ne tenant pas compte des résistances du milieu.

Tome II : Mécanique des systèmes avec résistance du milieu (première partie).

Tome III : Mécanique des systèmes avec résistance du milieu (deuxième partie).

Tome V : Statique et hyperstatique.

Tome VI : Machines alternatives.

Précisons que le tome IV en est à sa deuxième édition et que la nouvelle édition diffère notamment de la première par quelques problèmes complémentaires bien caractérisés sur les trains epicycloïdaux, sur les démarreurs à inertie et sur les variateurs continus de vitesse dont on connaît l'importance pour les applications industrielles.

Hydraulique générale et mécanique des fluides, par Albert Schlag, Ingénieur A.I.I.g. A.I.M., Professeur à l'Université de Liège, Directeur du Laboratoire d'Hydraulique générale de l'Université de Liège. 1 volume de 224 pages (16×25), avec 111 figures. Prix : 1.400 fr. Dunod, éditeur.

Dans cet ouvrage sont exposés succinctement, mais clairement, les principes essentiels sur lesquels reposent l'hydraulique et plus généralement la mécanique des fluides, considérées du point de vue de leur application à l'art de l'ingénieur. A cet égard, l'auteur a donné une large place aux raisonnements basés sur la conception de la similitude mécanique, non seulement parce qu'ils sont de la plus haute fécondité, mais aussi parce qu'ils constituent un des ponts les plus solides entre la théorie et l'expérience sur lesquelles s'appuient également la plupart de nos connaissances en hydraulique moderne.

Le lecteur trouvera dans ce livre les principes et le mode de raisonnement qui le mettront en mesure d'aborder l'étude de n'importe quel problème technique particulier d'hydraulique ou de mécanique des fluides.

Le calcul d'Heaviside. Exposé élémentaire et applications à l'électrotechnique, par T.-H. Turney, Ph. D., M. Brit. I.R.E. Traduit de la troisième édition anglaise, par L. Vellard, Ingénieur E.S.E. 1 volume de 140 pages (14×22), avec 43 figures. Prix : 680 francs. Dunod, éditeur.

L'ouvrage de M. H. Turney constitue une initiation à la méthode de calcul imaginée par Heaviside, sous le nom de calcul opérationnel ou calcul symbolique, méthode dont l'application se révèle particulièrement féconde en électrotechnique lorsqu'il s'agit de traiter les problèmes de régime transitoire et qui interviennent de plus en plus dans les domaines les plus divers de la physique.

De prime abord, les élèves ingénieurs et les techniciens peu familiarisés avec les mathématiques dites supérieures, sont portés à considérer avec un certain effroi les méthodes du calcul symbolique.

A cet égard, le présent ouvrage est abordable par tout lecteur pourvu d'un bagage mathématique élémentaire, et lui donne un sentiment de confiance qui l'incite à poursuivre la lecture de pages dont l'intérêt est savamment gradué.

Le lecteur qui aura assimilé le contenu de ce petit livre sera porté à entreprendre une étude plus approfondie de la question. Il aura acquis en effet une certaine aisance dans la manipulation du symbolisme opérationnel appliqué à l'électrotechnique, il aura appris aussi à se familiariser avec des questions telles que la relation entre le travail d'Heaviside et celui de Fourier, la justification de la méthode par l'emploi des exponentielles, les spectres d'exponentielles, l'admittance indicielle, l'équation intégrale de Carson et finalement la transformation de Laplace qui, en définitive, constitue, d'après les idées les plus modernes, la base théorique de la méthode d'Heaviside.

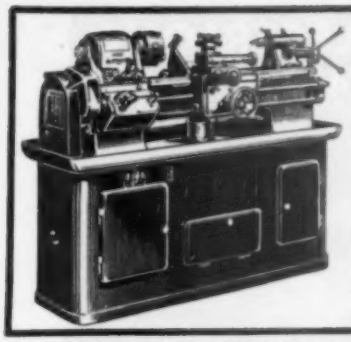
Mécanique de l'Aviation. Propulsion et performances, par Pierre de Valroger, Ingénieur en Chef Militaire de l'Air, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique. Préface de M. Paul Dumanois, Ingénieur Général Militaire de l'Air (C.R.). Un volume broché, format 21×27, de 389 pages avec nombreuses figures et 23 planches en hors-texte ; 1950. Prix : 2.500 fr. Gauthier-Villars, imprimeur-éditeur.

Partant de données de l'aérodynamique et de la thermodynamique, l'auteur fait l'analyse des différentes forces qui agissent sur l'avion et effectue ensuite la synthèse de leur action pour déterminer les performances.

Il le fait, non comme un théoricien, mais avec la mentalité réaliste d'un ingénieur qui a mis les mains à la pâte, conçu et exécuté des dispositifs mécaniques particulièrement ingénieux.

Nous signalerons, en particulier, les chapitres relatifs à la propulsion et aux voilures tournantes qui contiennent des exposés clairs, dans une matière qui n'est pas toujours facile à exposer, et souvent originaux. Il montre en particulier, comment, aux grandes vitesses, le turboréacteur rejoint le statoréacteur, et comment celui-ci a, contrairement à une opinion souvent admise, un plafond de vitesse. Non seulement, il traite des problèmes à l'ordre du jour, tels que l'aspiration du turbo-réacteur dans la couche limite et les voilures tournantes à réaction, mais il n'hésite pas à aborder les problèmes à peine effleurés tels que celui de l'utilisation de la trompe ou la propulsion par soufflante.

L'ouvrage de M. de Valroger constitue précisément le minimum de ce que doit connaître tout Ingénieur de l'Aviation. Il a donc sa place marquée dans tous les bureaux d'étude.



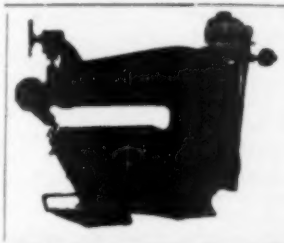
TOUR H 130
Type A
Hauteur de pointe 130
Etablissts de VALLIERE
100, Rue de Paris
BOULOGNE (Seine)

CIRCLIPS
ANNEAUX "TRUARC"
Organes mécaniques de sécurité contre le DÉPLACEMENT AXIAL DE TOUTES PIÈCES CYLINDRIQUES
FONDERIES DEBARD
(Pistons B.H.B.)
57-61, Boulevard de Picpus — PARIS (12e) Did. 92-89

CHROMAGE DUR
USINES de REVETEMENTS ELECTROLYTIQUES
BOZEL-MALÉTRA
17 bis, Quai Paul-Doumer
COURBEVOIE (Seine)
Tel. DÉfense 39.06
107, Av. J. Jaurès - TOULOUSE (Hte G.)
Tel. LA 96.70
Route de Jassans - TRÉVOUX (Ain)
Tel. 216
NICKELAGE ÉPAIS

PROFIL RIGOUREUX, PRÉCISION DU PAS
RAPIDITÉ D'USINAGE, SIMPLICITÉ D'EXÉCUTION
Toutes ces qualités réunies dans le procédé de....
FILETAGE A LA FRAISE
UTILISEZ NOS FRAISES DE FILETAGE PROFIL NORMAL PROFIL RECTIFIÉ
DEMANDEZ NOTRE BROCHURE "LE FILETAGE A LA FRAISE"
MANUFACTURE DE FRAISE EN ACIER RAPIDE
ÉTABLISSEMENTS
Livet & ses Fils
30 & 36, RUE RAMUS - PARIS-20 - ROQ. 70 14 & 15

Ets ROCH 68, Av. de la République PARIS
Toute la gamme des MICROMÈTRES de haute précision
DISPONIBLE CHEZ VOTRE FOURNISSEUR D'OUTILLAGE

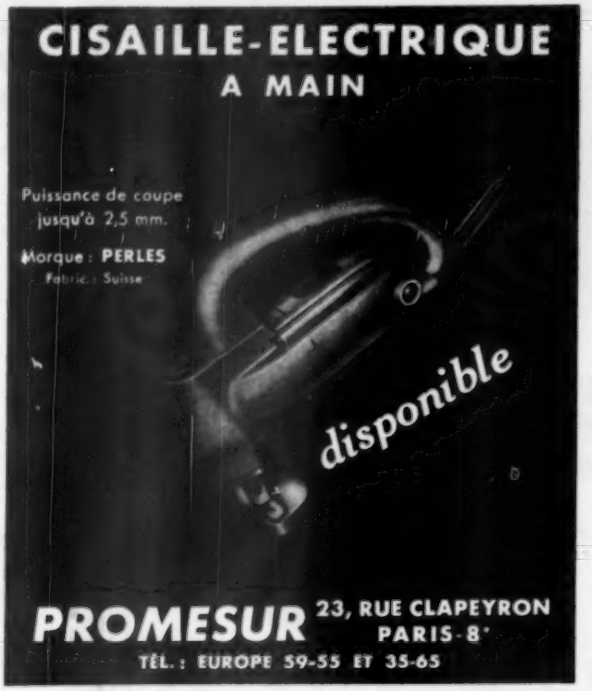


MACHINES de CHAUDRONNERIE et TOLERIE
CH. NAGEOTTE
CONSTRUCTEUR

POINTE TOURNANTE
"VITA"
A RATTRAPAGE DE JEU
POUR POUPEE MOBILE DE
TOURS et de RECTIFIEUSES

ETABLISSEMENTS
HIARD
16 Avenue de Choisy
PARIS (13e)
GOBE 39-41

NOUS FABRIQUONS
EGALEMENT
TARAUDS ET ALESOIRS POUR
ENTRETOISES
COUPET-TUBES ET DUDGEONS
A MAIN ET AU MOTEUR



"L'Outil à main Français"

Sous ce titre, le Syndicat National de l'Outillage à main, vient de publier, dans une belle édition en plusieurs couleurs, un ouvrage en français, anglais, espagnol, comprenant la liste de ses Adhérents, les fabrications et les marques de fabrique de chacun d'eux et la liste des principaux outils.

Illustrée de près de 600 photographies d'outils, cette publication constituera le vade-mecum de l'industriel, du grossiste comme du quincaillier et de l'exportateur, à la recherche d'outils déterminés.

On peut se procurer cet ouvrage au siège du S.N.O.M., 16, avenue Hoche, Paris-8e.

La Technique Moderne

Revue universelle des Sciences appliquées à l'industrie

Sommaire du N° 9-10 - MAI 1950

Considérations sur le renouvellement des machines-outils, par J. Petri, Ingénieur des Arts et Manufactures.

Sciage de l'acier inoxydable.

Calcul de la commande hydraulique de la table d'une rectifieuse plane, par Victor Pomper, Ingénieur E. P. V., Ingénieur-Conseil.

Correction des dentures d'engrenages par le procédé dit shaving.

Les matières plastiques (à suivre), par M. H. Fournier, Ingénieur à la Cie de Saint-Gobain.

Joints d'étanchéité rotatifs et coulissants, par V. Roger.

La notion de transfert. Récentes applications des machines spéciales en éléments standard, par S. Bries et M. Lamy, Membres de la Compagnie pour l'Etude d'Equipements Industriels (C. E. T. E. I.).

Le Laboratoire de l'Artillerie navale des Etats-Unis.

Le Matériel industriel à la Foire de Paris : Tours de fabrication Somua, type T.F. — Les tours automatiques Cuttat. — Le tour Ernault-Batignolles à gabarit tournant à reproducteur hydraulique. — Tours Cazeneuve. — Fraiseuses Somua. — Machines à fraiser de fabrication Cuttat. — Machines à fraiser Kendall et Gent, type T. H. M. 40. — Fraiseuse Milwaukee. — Machines à aléser Cornac, type A.A. à broche de 60 m/m. — Raboteuse Richards, Spiral Electric. — Machines à tailler « Precimo » V. 10 E. — Les machines à rectifier Gendron. — Machine à tremper les engrenages A. L.-G. S. P. — Le stand Grimat à la Foire de Paris. — Le Rugomètre, appareil pour la mesure du fini des surfaces. — Le Matériel Electrique S. W. aux Foires de Lyon et de Paris.

Prix de l'abonnement annuel 1 850 frs Etranger 2 300 frs

Numéro spécimen sur demande adressée à DUNOD, Editeur, 92, rue Bonaparte, Paris (VIe).

INFORMATIONS

3me Congrès International des Fabrications Mécaniques

Le Comité d'Organisation du Congrès International des Fabrications Mécaniques a décidé de tenir son 3e Congrès à Bruxelles du 18 au 23 septembre 1950.

Les deux premiers Congrès, tenus à Paris en 1948 et 1949, avaient à examiner des problèmes relevant de l'évolution de la technique et de l'accroissement de la productivité. Le 3e Congrès abordera l'étude des éléments qui sont de nature à assurer la qualité de la production industrielle dans les fabrications mécaniques.

A cet effet, une dizaine d'exposés et de larges échanges de vues, entrecoupés de visites d'usines, développeront, dans le cadre de ce thème général, les principaux aspects de cet important problème.

Il s'agit moins d'exposés sur la précision des produits que d'une étude systématique des caractéristiques qu'ils doivent réunir pour correspondre aux besoins du marché et à sa nécessaire orientation.

Dès lors, le Congrès passera en revue divers sujets :

— la conception et la réalisation des produits, le choix des matières premières, le contrôle aux divers stades de la fabrication, l'orientation des besoins de la clientèle, son évolution graduelle, le rôle du facteur humain et même l'influence éducative de l'action des organisa-

(Voir la suite p. XIV)

SCELLEMENTS RAPIDES A SEC

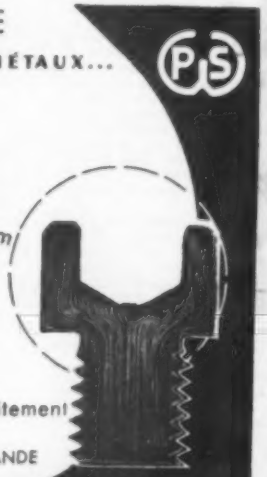
FIXATION DE TOUS OBJETS LOURDS
MACHINES - CONSOLES - ENSEIGNES
MOTEURS - BERCEAUX DE COUSSINETS
CHAUFFE-EAU A ACCUMULATION etc..
Résistance d'un boulon de 9,5 m/m : 1500 k°

BOULONS RAWL A EXPANSION

1, Avenue Maurice-VILLEMOMBLE - Seine - le Raincy 24-58

IMPECCABLE
LA **VIS** A MÉTAUX...

matricée à froid
résistance **60** à **120** kgmm
qualité Suisse
PRÉSENTATION
PRÉCISION



clés fournies gratuitement
NOTICE SUR DEMANDE

LES BENNES
S. A. R. L. 11, RUE DU BOIS-DE-BOULOGNE PARIS TÉL. PASSY 55-45

BROCHE UNIVERSELLE 'EXCELSIOR'
A GRANDE VITESSE
Breveté S.G.D.G
pour fraisage rectification

Outillage BAVOILLOT

258, RUE BOILEAU, LYON 3e
MAISON DE VENTE
60, RUE J.P. TIMBAUD, PARIS 11e OBEkampf 58-98

Ets A. GERBAUD
5, Cité de la Chapelle, 5 — Paris (18e)

OUTILLEURS
GRAVEURS
BIJOUTIERS

adoptez nos tourets monophasés à 3 vitesses 900 - 1500 - 3000 T/M

« Collecteurs pour Dynamos Démarreurs »
Moteurs à transmetteur
pour Machines à coudre et petite Industrie

LE PROTOTYPE MÉCANIQUE
16 bis, Rue Georges-Pillard
(Ancienne Rue Jeanne)
PARIS - XVe
Téléphone : **VAUgirard 38-03**
ÉTUDE ET RÉALISATION DE PROTOTYPES
TOUS TRAVAUX D'ÉLECTROMÉCANIQUE
DE HAUTE PRÉCISION ET D'HORLOGERIE

Informations *(suite)*

tions professionnelles et de l'Etat dans le domaine de la qualité.

Lundi 18 septembre. — Influence de la qualité et de la régularité des matières premières dans la qualité des produits finis.

Examen des éléments qui doivent déterminer le choix et l'usage des matières premières : M. Mossoux, Directeur du Laboratoire d'Essais de la Fabrique Nationale d'Armes de Guerre, Herstal (Belgique).

Rôle de la conception et de l'exécution des produits pour l'obtention de la qualité : M. Volbeda, Conseiller technique aux Usines Philips, Eindhoven (Pays-Bas).

Qualité et prix de revient : M. Zollikofer, Directeur aux Etablissements Sulzer, Vinterthur (Suisse).

Jeudi 21 septembre. — L'importance et l'efficacité du contrôle. La tendance vers une rationalisation du contrôle : M. Tornebohm, Vice-président du Sveriges Mekanforbund (Suède).

La réalisation technique du contrôle : M. Ruggaber, Société Genevoise des Instruments de Physique, à Genève (Suisse).

Vendredi 22 septembre. — Erreurs de conception dans le contrôle : M. Constant, Délégué général du Syndicat général des Industries mécaniques (France).

Influence du facteur humain sur la qualité des produits : M. H. Ward, M. Sc. F.R.I.C., Secrétaire du « Industrial Management Research Association of Great Britain.

Samedi 23 septembre. — Rôle éducateur des organisations professionnelles et de l'Etat dans le domaine de la qualité : M. Velter, Directeur général de Fabrimétal (Belgique).

Examen d'exemples pratiques et démonstrations.

La journée de la Fonderie sur modèles à Charleville

Dans notre livraison de juillet nous avons commencé le compte rendu de « la journée de la Fonderie sur modèles à Charleville ». Nous complétons ci-dessous cette information par l'analyse des allocutions prononcées par M. Olivier et M. P. Ricard.

Allocution de M. Olivier, Président du Syndicat Général des Fondeur de France.

« Une chose qui est étonnante pour tous c'est qu'aux Etats-Unis la main-d'œuvre est extrêmement abondante et qu'ordinairement en Europe quand une main-d'œuvre est très abondante les salaires sont bas. Chose curieuse et particulière aux Etats-Unis. Les Etats-Unis avec une main-d'œuvre pléthorique ont les plus merveilleux salaires du monde. Je tenais à spécifier et à faire remarquer cette particularité des Etats-Unis, qui est tout à l'honneur des Etats-Unis et de son immense marché de 140 millions d'habitants.

Je dirai un mot de la promotion. La promotion est plus facile et plus ouverte aux Etats-Unis qu'en Europe, et c'est là un grand encouragement pour la classe ouvrière américaine. Vous avez en général un contremaître pour dix ouvriers, nous avons un contremaître pour 40 ouvriers ; donc chez vous il y a 4 fois plus d'avancement, de places lucratives, et d'espérances.

Un ouvrier aux Etats-Unis peut monter jusqu'à la Direction générale de son affaire, car les ingénieurs ne bouchent pas l'avenir dès la place de chef d'atelier, comme souvent en France. Vos ingénieurs américains moins spécialisés, ont je crois surtout une formation universitaire et sont plutôt dispersés comme conseillers techniques ou ingénieurs conseils. Cette manière de procéder crée au sein de l'usine américaine une atmosphère plus cordiale que dans une usine où il y a des butoirs ingénieurs qui ne permettent pas de passer jusqu'aux plus hauts grades et cela crée une bonne camaraderie sans jalousie du Directeur général au dernier des manœuvres. Meilleur esprit d'équipe par conséquent et qui évite bien des conflits.

La *productivité* semble être aux Etats-Unis 2 à 3 fois plus grande que chez nous dans la plupart des industries. Disons 2 fois par exemple en fonderie, en textile ce ne serait même pas 2 fois, dans certaines industries, comme l'industrie textile c'est assez comparatif, mais dans la fonderie nous pouvons dire que la productivité est 2 fois plus grande aux Etats-Unis qu'en France.

Plus une industrie réclame d'équipement, de mécanisation, de transport, de capitaux, plus est grande la productivité américaine comparée. D'autre part, l'ouvrier ne se fatigue pas plus en produisant davantage, car il est mieux assisté et par l'organisation, et par la mécanisation.

La participation ouvrière aux bénéfices n'est pas extrêmement avancée aux Etats-Unis, pas plus qu'en France. On compte environ 155 entreprises qui ont une participation aux bénéfices. En France, s'il n'y a peut-être pas 155 firmes faisant cette participation, il y a un grand nombre de firmes qui donnent une prime à la productivité, et je le dis pour nos amis américains, nos amis américains ouvriers spécialement. Aux congés payés, au milieu de l'année, comme à la fin de l'année, au moment du nouvel an, il est d'usage dans beaucoup d'entreprises de donner une prime à la productivité basée sur la production du semestre. Ça n'est pas une obligation, c'est un encouragement à la Productivité, c'est à côté du travail aux pièces, c'est parallèle ; mais il ne s'agit pas d'une prime donnée à tort et à travers, il s'agit bien d'une prime donnée sur la productivité.

Situation des employeurs. — En tant qu'employeur c'est surtout sur ce point que j'appuierai. Vous avez pris aux Etats-Unis les vrais moyens pour devenir puissants parce que vos méthodes et votre administration vous permettent de devenir puissants.

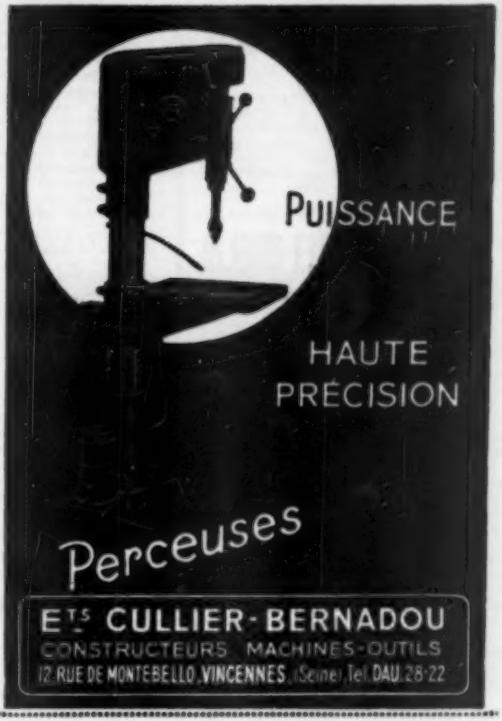
Vous avez d'abord organisé le crédit à long terme, le crédit à long terme et à bas intérêt. Vous obtenez un crédit qui est très facilement de plusieurs années aux Etats-Unis, un crédit qui est de 2 1/2 à 3 1/2 %. Chez nous le crédit est rare et difficile. Vous obtenez en banque un découvert à 6 mois, ou un crédit de campagne à 9 mois, et à 8 % d'intérêt.

Vous voyez donc, Messieurs, que la situation entre les Etats-Unis et la France au point de vue « crédit » est tout à fait différente.

Nous n'avons, en sorte, qu'un exemple de crédit à moyen terme, c'est celui de l'équipement par le plan Monnet, en dehors de cela l'industrie française est complètement abandonnée à ses propres moyens pour le crédit. C'est une des raisons pour lesquelles nous ne nous sommes pas équipés ni mécanisés davantage. Ainsi le Gouvernement des Etats-Unis accepte l'amortissement, l'amortissement accéléré même à 3 ans. Vous voyez, Messieurs, l'avantage de cette méthode. Une nouvelle machine voit le jour, vous pouvez amortir immédiatement votre ancien matériel et vous équiper en nouveau. Chez nous, malheureusement, (le pays n'y est pour rien, et nous non plus) mais par suite des dévaluations et d'inflations que nous avons traversées depuis 30 ans, l'amortissement n'a pas été possible.

Vous achetiez une machine 40.000 fr. Vous ne pouviez l'amortir qu'en 10 ans d'après les règlements français ; mais quand vous l'aviez amortie de 40.000 fr., 10 ans après, elle coutait 500.000 fr., et 10 ans après, elle coutait 10 millions. Vous le voyez donc, Messieurs, combien avec le crédit difficile et l'amortissement quasi impossible il a été difficile aux industriels français de faire face, de s'équiper, d'investir et de suivre le bon exemple qui nous a été donné par les Etats-Unis d'Amérique. »

ENGRENAGES - MÉCANIQUE de PRÉCISION
Roues et vis sans fin - Pignons droits et coniques
Crémaillères
R. BELOT
S. A. R. L. Capital 2.000.000
55, Rue de Saintonge : PARIS - ARC 51-73
MINUTERIES - RETARDATEURS
Mouvements d'horlogerie - Petits réducteurs - Prototypes
Demandez nos feuilles techniques d'engrenages standard



MACHINES A SCIER
LES MÉTAUX
A SCIE A RUBAN
S 320 — A 2 VITESSES
S 322 — A 4 VITESSES (TOUS MÉTAUX)
POUR POINÇONS ET MATRICES D'OUTILS A DÉCOUPER CAMES, CALIBRES, ETC...
MACHINES A LIMER
A MOUVEMENT ALTERNATIF
MLS
LIMES ET SCIES EN MAGASIN
MACHINES A SCIER A LIMER ET POUR
A RUBAN
A VITESSE VARIABLE SANS ETAGE
S 324 S 430 S 700
POUR TOUTES MATIÈRES EN PLAQUES
Ets E. GUINOT
84 BOULEVARD VOLTAIRE PARIS (11e) TÉL. MON. 93-30

Informations *(suite)*

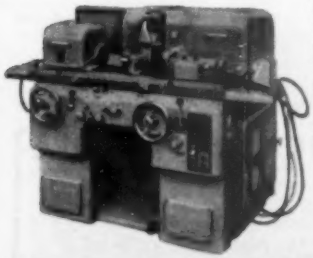
Allocution de M. P. Ricard, Premier Vice-Président du Syndicat des Fondeurs de France.

« C'est au mois d'octobre que, dans le cadre du programme d'assistance technique des Etats-Unis aux pays bénéficiant du plan Marshall, nous avons envoyé aux Etats-Unis une mission de dix-sept personnes : Chefs d'entreprise, Ingénieurs, Contremaîtres, Ouvriers, dont six ardennais, pour aller étudier aux Etats-Unis ce qu'étaient les conditions de l'industrie de la fonderie sur modèles. Je précise bien que cette Mission était limitée au secteur « fontes sur modèles ».

D'emblée une constatation brutale : la productivité américaine en fonderie de fonte sur modèles, j'entends le tonnage moyen par ouvrier, est environ deux fois à deux fois et demi supérieure à la productivité dans les fonderies françaises. Cela n'est pas particulier à la Fonderie. Dans d'autres professions ce rapport est encore plus élevé. A cette première constatation s'en ajoute une autre un peu moins humiliante : le niveau professionnel moyen des ouvriers américains n'est pas supérieur au niveau de la main d'œuvre française et lui serait dans l'ensemble plutôt inférieur, et même sûrement inférieur si on comparait non pas à l'ouvrier mouleur français moyen, mais à l'ouvrier mouleur des Ardennes.

Eh bien ! il est certain que l'opinion de tous nos missionnaires est unanime : l'ouvrier français de la Fonderie ne le cède en rien, comme habileté, vigueur, ardeur au travail, esprit d'initiative, for-

(Voir la suite p. XVI).



MACHINES A RECTIFIER
MACHINES A AFFUTER
OUTILLAGES DE CONTROLE
COMMANDES INDIVIDUELLES
Demandez la Documentation M-P

OUTILLAGE ELECTRIQUE
MICOX
PERCEUSES - MEULEUSES - PONCEUSES
SCIES - TOURNEVIS - LUSTREUSES
CISAILLES - TARAUDEUSES - MORTAISEUSES
MACHINES A MEULER ET A POUR
ELECTRO-POMPES - ELECTRO-VENTILATEURS
RECTIFIEUSES ELECTRIQUES AMOVIBLES
Demandez le Catalogue P. 801

GENDRON FRERES - SOCIETE ANONYME
37, RUE COLIN, VILLEURBANNE (RHONE) V. 84-76 et 77

CARBURES MÉTALLIQUES
" DIAMÉTAL "
Plaquettes et outils montés - Filières toutes formes - Noyaux pour filières - Matrices - Pointes de tours - Guides - Fils - Toutes pièces d'usure sur plans
Ateliers FERRET-GOGLIO
2, rue J.-B. Lallemand
DIJON

Informations *(suite)*

mation professionnelle, à l'ouvrier américain, et lui serait même supérieur.

Que si on considère les techniques du métier, on ne peut pas dire qu'on ait trouvé aux Etats-Unis de procédé qui soit totalement inconnu des fondeurs français et qui surclasse les nôtres. Peut-être cela existe-t-il dans d'autres professions, mais il est relativement normal que dans la Fonderie, qui est après tout du travail de sable et de fonte liquide, les techniques qui peuvent être mises en œuvre de part et d'autre de l'Atlantique soient au fond les mêmes. Or il ne s'en impose pas moins une autre constatation, c'est la parfaite régularité de la production américaine.

Voilà sommairement les faits bruts devant lesquels nous sommes placés, et qu'il convient maintenant d'analyser.

Des enseignements pratiques notés par la Mission, nous pouvons indiquer les ponts suivants :

Il y a d'abord, soyons francs, une tendance à dénigrer à priori les enseignements américains. J'ajoute tout de suite que je ne l'appréhende pas beaucoup dans notre profession. Je suis convaincu qu'en repensant, comme nous allons le faire, l'enseignement américain en fonction des habitudes et des possibilités françaises, nous ne rencontrerons pas d'opposition systématique.

Il faut bien dire aussi que dans certains milieux ouvriers on constate quelque méfiance vis-à-vis de cette notion de productivité élevée ; méfiance inspirée par l'idée que, à production constante et si la productivité augmente, le nombre d'ouvriers nécessaires diminue ; c'est par conséquent le spectre du chômage qui se profile parfois derrière cette notion de productivité.

On se heurte encore à un certain esprit routinier, d'autant plus typique que l'on considère les échelons les moins élevés dans la hiérarchie, je ne dis pas les plus âgés, car cela ne paraît pas être une question d'âge. Et puis il y a une certaine susceptibilité d'amour-propre qu'on trouverait surtout dans les échelons élevés de la hiérarchie et qui consiste à dire : « Après tout, ces Américains n'ont rien inventé, il y a beau temps qu'on connaît tel procédé, et si on ne l'applique pas c'est qu'on a reconnu qu'il n'apportait aucun avantage ».

Enfin, à tous ces empêchements humains, il faut ajouter l'état général des affaires, beaucoup plus préoccupant cette année qu'il n'était l'année dernière. Ce n'est pas aux fondeurs ici présents que j'apprendrai que leurs carnets de commandes ont diminué dans des proportions parfois inquiétantes et cela ne crée pas un climat très propice. Les ouvriers sont préoccupés du short time, des réductions ou des menaces de réduction de l'horaire de travail, et de leurs conditions de vie difficiles. Les patrons sont préoccupés de leurs échéances et de voir diminuer leurs carnets de commandes. Il est bien évident que le moment eût été bien plus favorable il y a un an ou un an et demi pour demander à nos chefs d'entreprise d'expérimenter des méthodes ou des procédés nouveaux. De cela il faut également tenir compte. »

Congrès Aéronautique de l'Union Française

La Revue Générale de l'Air vient de publier, dans un important numéro spécial (n° 2, 1950) les textes des rapports présentés au *Congrès aéronautique de l'Union française* qui vient de se tenir à Paris du 3 au 12 mai.

Nous reproduisons ci-dessous le programme des travaux :

Groupe I. — Contribution de l'aviation à la mise en valeur de l'Union Française. Réglementation et conventions aériennes:

Section A : Considérations sur la situation économique de l'Union Française.

Section B : Législation.

Section C : Organisation du Service de l'Aéronautique Civile. Organismes de Contrôle et de Sécurité. Fonctionnement.

Groupe II. — Politique des lignes aériennes dans la France d'Outre-Mer :

Section A : Grands réseaux. Liaisons intérieures. Services locaux. Liaisons France-Territoires d'Outre-Mer. Liaisons intérieures (Région Afrique – Région Madagascar et régions polaires. Régions Extrême-Orient – Région Pacifique, etc....). Les lignes françaises intermittentes. Transports à la demande.

Section B : Liaisons France d'Outre-Mer-Etranger : lignes dites de rayonnement. Les lignes étrangères dans les territoires d'Outre-Mer.

Section C : Les auxiliaires du transport aérien dans l'Union Française : tourisme. Agences de voyage. Groupages de fret.

Section D : Coopération de l'Etat avec les territoires de l'Union Française. Sociétés issues de cette coopération.

Section E : Coordinations, coopérations et liaisons internationales.

Groupe III. — Le travail aérien.

Section A : L'aviation civile de commandement.

Section B : L'aviation sanitaire. La lutte contre les grandes endémies.

Section C : L'aviation d'agriculture.

Section D : Autres applications du travail aérien (aviation de prospection. Matériels d'aérosondage. Applications de la photographie aérienne, etc...).

Section E : L'aviation scientifique.

Groupe IV. — L'aviation privée.

Section A : Moyens propres à faciliter l'utilisation et à favoriser le développement de l'aviation privée.

Section B : La politique des Aéro-Clubs d'Outre-Mer.

Groupe V. — Les moyens.

Section A : L'infrastucture. Plan d'équipement. Programme d'aménagement. Matériaux et procédés de construction spéciaux aux pays d'Outre-Mer.

Section B : Plan d'équipement technique en vue d'assurer la protection de la navigation aérienne. Moyens de protection radio-électriques et liaison au sol. Balisage lumineux et signalisation.

Section C : La protection météorologique.

Groupe VI. — Les matériels.

Section A : Les programmes. Liaison entre le développement aéronautique et le développement industriel.

Section B : Formation de la main-d'œuvre qualifiée autochtone.

PETITES ANNONCES
Prix de la ligne : 95 fr.

VOULEZ-VOUS ÊTRE MÉTREUR VÉRIFICATEUR ?
Profession indépendante 1er ordre pouvant être abordée sans diplôme. Gains immédiats importants dans Construction, Reconstruction, Entretien, Expertise, etc. Tous corps d'Etat. - Tous départements et outre-mer. Brillant avenir. Brochure illustrée gratuite 285-B (Document unique). ECOLE PRATIQUE DES TRAVAUX PUBLICS, 39, rue Denfert Rochereau, PARIS. — 33 ANS DE BRILLANTS SUCCÈS.

FABRICATION et RECONSTRUCTION
de ROULEMENTS à BILLES et à ROULEAUX
Pièces hors séries jusqu'à un mètre de diamètre
LIVRAISON RAPIDE
" ROULTEX " 21, Rue de Fontenay - Aeron 06,54 MONTREUIL-SOUS-BOIS (Seine)

LA SOUDURE APPLIQUÉE
L. LAINE ET C. TESSIER
51, av. Sainte-Foy, NEUILLY-sur-SEINE - Maillot 62.25
TOUS TRAVAUX DE SOUDURE ET OXYCOUPAGE
CONSTRUCTION de BATIS de MACHINES en TOLE OXYCOUPÉE SOUDÉE

MACHINES A RODER
RODOIRS - PIERRES pour RODOIRS
TRAVAUX à FAÇON

Ets TRUBA

4, Pl. de RENNES
PARIS 6e
TEL. BAB. 16-63

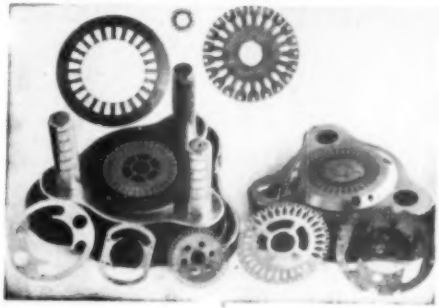
POMPES DAUBRON
Société Anonyme
Capital: 4.800.000 fr.
57, avenue de la République, PARIS. — Tél.: Oberkampf 80-70

CENTRIFUGES et à PISTONS, tous débits, toutes élévations, tous usages
POMPES MULTICELLULAIRES hautes pressions,
alimentation de chaudières, incendies etc.
POMPES POUR LIQUIDES CHARGÉS. — POMPES A ACIDES
Groupes ÉLECTRO-POMPES domestiques — Distribution sous pression.

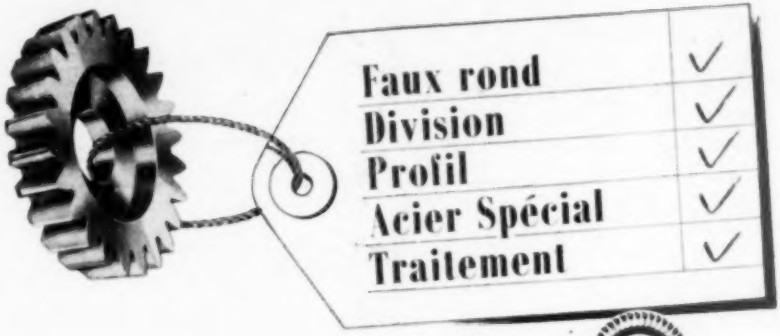
SAFETY
Présente

OUTILS DE TOURS
MÉTAL POUR OUTILS
FILIÈRES D'ÉTIRAGE
BUSES DE SABLAGE

ÉTABLISSEMENTS SAFETY
FABRIQUE DE CARBURES DE TUNGSTÈNE
Siège Social et Bureaux : 37, Boulevard Exelmans, PARIS (16e)
TEL. AUTEUIL 92 70 et 93-27
USINES : LA SOUTERRAINE (Creuse) Tél. 35



LE DECOUPAGE DE PRECISION
R. BOURGEOIS
S. A. R. L. cap. 8.000.000
USINE DU VALBOIS-TREPILLOT — BESANÇON (DOUBS)
Tél. : 32-81 et 24-59
Bureau PARIS XVe
M. Léonoris, 3, Villa Grenelle
Tél. SEGur 94-37
Bureau de LYON
M. Turc, 15, rue Godefroy
Tél. LALande 22-66
Sur outillages de haute précision à grand rendement sur blocs à colonnes
Tous découpages, pliages, emboutissages de tous métaux pour toutes industries
Spécialités de Tôles au Silicium pour toutes industries électriques et radio-électriques



L'ingénieur ne prend jamais de risques d'erreurs de faux rond, pas ou profil, de denture. Il sait que ces erreurs, difficiles à déceler sur l'outil se voient trop clairement sur l'engrenage taillé.

Pour lui un quart de siècle d'expérience d'une fabrication spécialisée lui donne l'assurance d'un prix minimum de revient et le met à l'abri de tout arrêt de production.

Consultez les Spécialistes.

Bien spécifier SYKES

Couteaux

pour votre Service Taillage

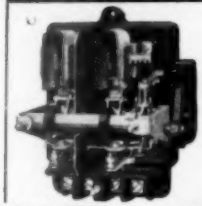
W. E. SYKES LTD.

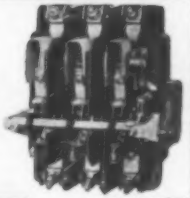
Représentant en France :

E. MEISS, 122, Bd MURAT, PARIS-16e JAS. 41-68

L'INTERRUPTEUR-DISJONCTEUR

CHANDOS





S'impose pour la protection des installations électriques

TYPE LUMIÈRE

POUR LA PROTECTION DE CIRCUITS DE LUMIÈRE ET DE CHAUFFAGE

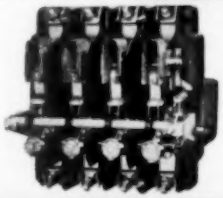
TYPE LUMIÈRE
Série normale
BIPOLAIRE
à coupure sur les 2 pôles

TYPE LUMIÈRE
Série renforcée
TRIPOLAIRE
à coupure sur les 3 pôles

CHANDOS

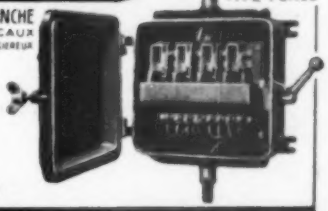
TYPE FORCE
Série normale
TÉTRAPOLAIRE
à coupure sur les 4 pôles

SÉRIE ÉTANCHE
TYPE LUMIÈRE
ET
TYPE FORCE



TYPE FORCE
POUR PROTECTION
DE MOTEURS

SÉRIE ÉTANCHE
POUR LOCAUX
HUMIDES & POUSSIÉREUX



SÉCURITÉ
SIMPLICITÉ & ROBUSTESSE
POUVOIR DE COUPURE ÉLEVÉ

DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE GÉNÉRAL 1950

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE CHANDOS 47, R. d'Arthelon, MEUDON (S.&O.) TÉL. OBS. 16-40

Le Gérant : F. DUNOD 92, rue Bonaparte, Paris 6e. — Imp. Générale du Centre, 129, r. Bergson, St-Etienne
IMPRIMÉ EN FRANCE

16, rue Pigalle, Paris - (9e)
3e Trimestre 1950 — N° 832